

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CIÊNCIA DO SOLO

TESE

**Influência da Arborização de Pastagens
no Sistema Solo-Planta-Animal**

Lusimar Lamarte Gonzaga Galindo da Silva

2008



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA -
CIÊNCIA DO SOLO

INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO DE PASTAGENS
NO SISTEMA SOLO-PLANTA-ANIMAL

LUSIMAR LAMARTE GONZAGA GALINDO DA SILVA

Sob a Orientação do Professor
Alexander Silva de Resende

e Co-orientação da Pesquisadora
Maria Elizabeth Fernandes Correia

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo

Seropédica, RJ

Dezembro de 2008

633.2
S586i
T

Silva, Lusimar Lamarte Gonzaga Galindo da, 1971-
Influência da arborização de pastagens no sistema
solo-planta-animal / Lusimar Lamarte Gonzaga
Galindo da Silva – 2008.

90f. : il.

Orientador: Alexander Silva de Resende.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em
Agronomia.

Bibliografia: f. 65-77

1. Leguminosa - Análise – Seropédica (RJ) -
Teses. 2. Microclimatologia – Teses. 3. Animais –
Comportamento - Teses. 4. Arborização – Teses. 5.
Pastagens – Teses. I. Resende, Alexander Silva de,
1975-. II. Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agronomia.
III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta tese, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - CIÊNCIA DO SOLO**

LUSIMAR LAMARTE GONZAGA GALINDO DA SILVA

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo.

TESE APROVADA EM: 15 / 12 / 2008

Alexander Silva de Resende. Dr. Embrapa Agrobiologia
Orientador

João Batista Rodrigues Abreu. Dr. UFRRJ

Eduardo Lima. Dr. UFRRJ

Sebastião Manhães Souto. Dr. Embrapa Agrobiologia

Sílvio Nolasco de Oliveira Neto. Dr. UFV

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho àqueles que partiram, mas
deixaram sua contribuição altamente significativa.*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por acolher e ensinar-me a seguir os melhores caminhos da vida.

Ao Curso de Pós graduação em Agronomia – Ciência do Solo.

À EMBRAPA-Agrobiologia pela vivência profissional proporcionada.

Ao Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro pela oportunidade para cursar o doutorado.

Aos meus pais Sr. Luiz Gonzaga da Silva e Sra. Ivanete Maria Galindo da Silva, pelo carinho e ensinamentos na vida.

À minha irmã Cleidinha, pela amizade.

À minha esposa Gabriela C. Alves, pelo amor, convivência engrandecedora e ajuda nos trabalhos de formatação da tese.

Aos meus filhos Victor e Pedro Galindo, pela alegria e motivação.

Ao pesquisador Dr. Paulo Francisco Dias †^{***}, pelo apoio desde o alicerce deste trabalho.

À professora Lúcia Helena Cunha dos Anjos pelos ensinamentos.

Aos pesquisadores: Dr. Alexander Silva de Resende, Dr. Avílio Franco, Dra. Maria Elizabeth Correia, Dr. Sebastião Manhães Souto, pelo engrandecimento do trabalho.

Aos técnicos do Laboratório de Leguminosas, Adriana, Fernando e Telmo, pelo apoio nas análises e coleta de material experimental.

Aos secretários do Curso de pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo Luciene e Roberto.

Aos colegas e amigos Michele Macedo †^{***}, Joventino, Roriz, Gabriela Tavares e André.

Aos alunos de mestrado do CPGA-CS, Willian e Khalil, pela triagem e análise de dados de fauna do solo.

Aos alunos de graduação Bruno, Márcia, Aline, Juliana, Anatoly e Patrícia, pelo apoio nos estudos de ambiência e comportamento animal.

Aos colegas e amigos Fernando, Keila, Wardson, Eline, Eduardo e Pedro pelo convívio no Laboratório de Leguminosas.

BIOGRAFIA

Lusimar Lamarte Gonzaga Galindo da Silva, brasileiro, natural do Sertão pernambucano nascido em 26 de abril de 1971, iniciou seus estudos agropecuários em 1985 na Escola Agrotécnica Federal de Belo Jardim – PE. Graduou-se em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1998. Realizou estágios nas áreas de avicultura, bovinocultura de leite, forragicultura e pastagens. Trabalhou como bolsista de apoio técnico em estudos da fixação biológica de nitrogênio em pastagens na EMBRAPA Agrobiologia de 1997 a 2000. Tornou-se mestre em Zootecnia na área de forragicultura em 2002 e foi bolsista do CNPq pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Ingressou através de concurso público para o Ministério do Meio Ambiente no Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro em 2002. Em 2005 iniciou o curso de doutorado do programa de pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Coordenou atividades de planejamento e execução no projeto de revegetação de trechos do Rio dos Macacos em convênio com a Petrobras de 2006 a 2008 e atualmente desenvolve estudos de métodos de compostagem de resíduos vegetais de alta relação carbono: nitrogênio no Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

RESUMO GERAL

SILVA, Lusimar Lamarte Gonzaga Galindo da. **Influência da arborização de pastagens no sistema solo-planta-animal**. 2008. 77f. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de quatro espécies de leguminosas arbóreas na produção, qualidade do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, na fauna edáfica, no microclima e no comportamento animal em pastagens cultivadas num sistema silvipastoril com árvores dispersas, comparado a pastagem em monocultivo. Os experimentos foram realizados em um Planossolo Háptico de baixa fertilidade no município de Seropédica-RJ nos anos de 2006 e 2007. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados em parcelas. As espécies de leguminosas arbóreas foram: *Pseudosamanea guachapele* (albizia), *Acacia holosericea* (olosericea), *Mimosa artemisiana* (jurema branca) e *Mimosa tenuiflora* (jurema preta). Os parâmetros avaliados foram: produção de matéria seca, (PB proteína bruta), FDN (fibra em detergente neutro), FDA (fibra em detergente ácido), DIVMS (digestibilidade in vitro da matéria seca), lignina, radiação solar, densidade e índices de diversidade do solo (método TFBBF), fertilidade do solo, temperatura de globo negro (TGN), temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin), velocidade do vento (VV), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação CTR) e número de observações de hábitos de pastejo. Para análise estatística da radiação solar e da fertilidade do solo utilizou-se o teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. Utilizou-se análise de componentes principais para avaliar a similaridade entre os tratamentos em relação a distribuição de grupos faunísticos. Para os resultados de ambiência utilizou-se o Teste Tukey a 5% de probabilidade. Não foram observadas diferenças na produção de massa seca do capim Marandu entre os sistemas, silvipastoril (SSP) e o monocultivo (SM), na época das águas, enquanto na época seca a produção no SSP foi 147 % maior que no monocultivo. Os teores de proteína bruta e digestibilidade in vitro da matéria seca no SSP foram, respectivamente 43 e 24 % maiores que no monocultivo, na época seca. O capim Marandu apresentou, respectivamente, 6 e 14 % mais fibra em detergente neutro e lignina, no monocultivo do que no sistema silvipastoril. Já a fauna edáfica apresentou maior riqueza de grupos na época seca. Concluiu-se que a utilização de leguminosas arbóreas dispersas em pastagens influenciou positivamente o rendimento e a qualidade da matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, favorecendo a fauna edáfica tanto em relação à densidade como a riqueza de grupos. Além de melhorar o microclima proporcionando maior conforto térmico para os animais.

Palavras-chave: Sistema silvipastoril. Microclima. Fauna e comportamento animal.

GENERAL ABSTRACT

SILVA, Lusimar Lamarte Gonzaga Galindo da. **Influence of tree planting in pastures on the soil-plant-animal system**. 2008. 77p. Thesis (Doctor Science in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

The purpose of this study was to evaluate influence of four leguminous trees species in the production, quality of the grass *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, soil fauna, the microclimate, and the animal behavior in pastures cultivated in a consortium tree-grass system, comparing areas with scattered trees and a single grass pasture. The experiments were conducted in a Fragiudult soil in the municipality of Seropédica, Rio de Janeiro State, during the years of 2006 and 2007. The statistical design was of entirely randomized blocks and plots. The species of leguminous trees were *Pseudosamanea guachapele* (Albizia), *Acacia holosericea* (olosericea), *Mimosa artemisiana* (jurema white) and *Mimosa tenuiflora* (jurema black). The parameters evaluated were: dry matter, crude protein CP), NDF (neutral detergent fiber), ADF (acid detergent fiber), IVDMD (in vitro dry matter), lignin, solar radiation, density, and rates of soil diversity TFBF method), soil fertility, black globe temperature (NGT), the dry bulb temperature (TBS), wet bulb temperature (TBU), maximum temperature (TMAX), minimum temperature (Tmin), speed of wind (VV), temperature and humidity index (THI), index of black globe temperature and humidity (ITGU) and thermal load of radiation CTR), and number of observations of animal grazing habits. For statistical analysis of solar radiation and soil fertility it was used the Scott Knott test at 5% probability. Principal components analysis was applied to assess similarity between treatments related to distribution of wildlife groups. For the environmental data it was used the Tukey test at 5% probability. There were no differences in the dry mass production of Marandu grass between systems, tree-grass consortium (TGC) and single grass pasture (SGP), at the rainy season. In the dry season grass production in the TGC was 147% higher than in SGP; levels of gross protein and digestibility in vitro dry matter in the TGC were respectively 43 and 24% higher than in the single grass pasture, in the dry season. The Marandu grass showed, respectively, 6 and 14% more neutral detergent fiber and lignin in the SGP than in TGC system. The soil fauna showed greater group richness in the dry season. It was concluded that the usage of leguminous trees scattered in the pasture positively influenced the yield and quality of the dry matter of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, promoting soil fauna both in the density and group richness. In addition to, it improved the microclimate and provided greater comfort for the animals.

Key words: Tree-pasture system. Microclimate. Fauna and animal behavior.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Biometria das leguminosas arbóreas estudadas com 6 anos após o plantio	14
Tabela 2. Produção de massa seca de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu, em diferentes distâncias sob a copa de espécies arbóreas e fora da influência da copa, em duas épocas do ano.....	16
Tabela 3. Teores de proteína bruta na matéria seca da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo	17
Tabela 4. Digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo	19
Tabela 5. Fibra em detergente neutro (FDN) na matéria seca da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo	20
Tabela 6. Fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo	21
Tabela 7. Teores de lignina em permanganato de potássio na matéria seca da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo	22
Tabela 8. Radiação solar sob a copa de espécies de leguminosas arbóreas dispersas na pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	30
Tabela 9. Densidade de fauna do solo e riqueza média de espécies sob a copa de leguminosas arbóreas e do pasto em monocultivo de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em duas épocas do ano.....	32
Tabela 10. Índice de Shannon e Índice de Pielou sob a copa de leguminosas arbóreas e do pasto em monocultivo de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em duas épocas do ano	33
Tabela 11. Valores de pH no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo	40
Tabela 12. Valores de Al ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo ..	41
Tabela 13. Valores de Ca ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo ..	42
Tabela 14. Valores de Mg ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo ..	42
Tabela 15. Valores de Ca + Mg ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo	43
Tabela 16. Valores de P (mg kg^{-1}) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo	43
Tabela 17. Valores de K (mg kg^{-1}) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo.	44
Tabela 18. Valores de nitrogênio (%) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo... ..	45
Tabela 19. Número de indivíduos das espécies arbóreas consorciadas com o capim Marandu (sistema silvipastoril) e área da copa das mesmas	51
Tabela 20. Efeito do período, local e horário de amostragens em 9 variáveis microclimáticas. Médias de quatro repetições	56
Tabela 21. Efeito de sistemas de pastejo, época do ano e períodos do dia no número de observações em parâmetros de comportamento ingestivo de animais. Médias de cinco repetições	60
Tabela 23. Efeito do período do dia no número de observações dos parâmetros do comportamento ingestivo, ruminação em pé e ruminação deitado.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de amostragem para avaliação da produção e qualidade da forragem, fauna edáfica e fertilidade do solo.	15
Figura 2. Medição da radiação solar utilizando-se o radiômetro.	28
Figura 3. Distribuição dos grupos faunísticos identificados no solo sob a copa das leguminosas arbóreas e no pasto em monocultivo na época do verão	34
Figura 4. Distribuição dos grupos faunísticos identificados no solo sob a copa das leguminosas arbóreas e no pasto em monocultivo na época do inverno.	35
Figura 5. Frequência de indivíduos nas diferentes profundidades do solo na época do verão.	36
Figura 6. Frequência de indivíduos nas diferentes profundidades do solo na época do inverno.	36
Figura 7. Diagrama de ordenamento a partir da análise de componentes principais através da densidade de grupos taxonômicos da macrofauna do solo para caracterização dos ambientes sob a copa de leguminosas arbóreas e da pastagem em monocultivo na época do verão.	37
Figura 8. Diagrama de ordenamento a partir da análise de componentes principais através da densidade de grupos taxonômicos da macrofauna do solo para caracterização dos ambientes sob a copa de leguminosas arbóreas e da pastagem em monocultivo na época do inverno.	38
Figura 9. Diagrama de ordenamento a partir da análise de componentes principais através da densidade de grupos taxonômicos da macrofauna do solo para caracterização dos ambientes sob a copa de leguminosas arbóreas e da pastagem em monocultivo nas duas épocas do ano.	39
Figura 10. Psicrômetro, globo negro, termômetro de máxima e mínima para monitoramento do microambiente.	52
Figura 11. Torre de observação para monitoramento dos hábitos ingestivos dos bovinos mestiços Holandês x Zebu.	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1	Pastagens Arborizadas	2
2.2	Efeito do Sombreamento em Pastagem Arborizada	3
2.3	Influência da Temperatura na Pastagem.....	4
2.4	Fauna do Solo	4
2.5	Conforto Animal em Pastejo	6
2.6	Efeito do Sombreamento no Comportamento Animal.....	7
3	CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO DA REBROTA E QUALIDADE DA <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu EM PASTAGEM CULTIVADA COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS	9
3.1	Resumo	10
3.2	Abstract.....	11
3.3	Introdução	12
3.4	Material e Métodos.....	13
3.4.1	Localização e descrição da área de estudo	13
3.4.2	Biometria das árvores	14
3.4.3	Capacidade de rebrota e qualidade da forragem.....	14
3.4.4	Análise estatística	15
3.5	Resultados e Discussão.....	16
3.6	Conclusões.....	23
4	CAPÍTULO II: EFEITO DA ARBORIZAÇÃO COM LEGUMINOSAS NO MICROAMBIENTE E NA FAUNA EDÁFICA DE PASTAGEM DE <i>Brachiaria brizantha</i> cv. marandu	24
4.1	Resumo	25
4.2	Abstract.....	26
4.3	Introdução	27
4.4	Material e Métodos.....	28
4.4.1	Radiação solar sob a copa das árvores.....	28
4.4.2	Identificação e quantificação da fauna do solo sob a copa das árvores	28
4.4.3	Determinação das características químicas do solo	29
4.4.4	Análise estatística	29
4.5	Resultados e Discussão.....	30
4.5.1	Radiação solar.....	30
4.5.2	Fauna do solo.....	32
4.5.3	Fertilidade do solo em sistema silvipastoril.....	39
4.6	Conclusões.....	46
5	CAPÍTULO III: AVALIAÇÃO DA AMBIÊNCIA NO COMPORTAMENTO ANIMAL COM E SEM A PRESENÇA DE ÁRVORES NA PASTAGEM	47
5.1	Resumo	48
5.2	Abstract.....	49
5.3	Introdução	50
5.4	Material e Métodos.....	51
5.4.1	Avaliação da ambiência e do comportamento animal em pastejo	51
5.4.2	Avaliação da ambiência nas pastagens	51

5.4.3	Avaliação do comportamento animal em pastejo	53
5.5	Resultados e Discussão.....	55
5.5.1	Ambiência	55
5.5.2	Comportamento animal	59
5.6	Conclusões.....	63
6	CONCLUSÕES GERAIS	64
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1 INTRODUÇÃO GERAL

Durante as décadas de 60 e 70, o Brasil apresentou grande impulso na atividade pecuária, expandindo rapidamente as áreas de pastagens ao longo de todo território. Esse grande aumento se deu, principalmente, no cultivo de gramíneas do gênero *Brachiaria*, predominando a *B. decumbens* e a *B. brizantha* cv. Marandu, que formaram pastagens em muitas regiões tanto para produção de leite quanto de carne. Essas, normalmente apresentam baixa longevidade, pois os solos com baixa fertilidade natural, não sustentam alta carga animal, ocorrendo processos de degradação poucos anos após o estabelecimento (Carvalho et al., 2001).

Dentre as práticas de manejo adotadas está o fogo, que acelera a mineralização da matéria orgânica do solo, mas devido a sua frequência causa grande perda de nutrientes, acarretando em redução na produção primária das pastagens (Jacques, 2003). Conseqüentemente, o crescimento e a manutenção do rebanho ficam comprometidos, pois a sazonalidade da produção causa perdas na produtividade animal devido a falta de alimento para o gado no período seco do ano. Isso pode ser amenizado através de práticas de conservação de forragem, bem como suplementação utilizando-se bancos de proteína e também suplementação mineral.

Quando esse manejo é inadequado, o processo de degradação das pastagens é geralmente inevitável. O superpastejo e a deficiência de nutrientes no solo, principalmente de nitrogênio (N) e fósforo (P), são as principais causas da degradação de pastagens cultivadas (Cantarutti, 1996).

Recentemente, uma outra linha de pesquisa vem evoluindo, buscando reverter um quadro histórico de que para a implantação das pastagens se faz necessário retirar todas as árvores de uma mata. Hoje, alguns autores recomendam que para formação de pastagens seja utilizado o maior número de árvores possível, com características desejáveis para essa associação, envolvendo o sistema solo-planta-animal (Carvalho et al., 2001; Melado, 2002; Dias 2005). Estes mesmos autores recomendam que o sombreamento dessas áreas não deve ultrapassar 40%, visando obter o desenvolvimento adequado da forrageira.

Em outra vertente, o uso de leguminosas arbóreas em pastagens cultivadas parece ter potencial ainda maior, uma vez que essas plantas são capazes de fixar nitrogênio do ar através de associações com bactérias e, com a senescência e lavagem das folhas, pode se tornar uma importante fonte desse elemento para as gramíneas.

Nesta situação, a arborização de pastagens tem sido recomendada como um meio de conseguir não só a sustentabilidade das pastagens, mantendo durante longo prazo a produtividade e a persistência dessas, como também condicionando conforto térmico aos animais.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar a capacidade da leguminosa arbórea fixadora de nitrogênio em contribuir para o aumento do rendimento e qualidade da *B. brizantha* cv. Marandu quando em consórcio; avaliar a contribuição das leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio nas características químicas do solo e nas comunidades da macrofauna edáfica, avaliando sua influência nas condições de conforto térmico que as mesmas proporcionam aos animais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pastagens Arborizadas

O uso de árvores nas pastagens tem se mostrado vantajoso por fornecer conforto térmico ao animal, forragem alternativa na seca e influência na qualidade do pasto. No modelo de árvores dispersas, o uso de leguminosas arbóreas tem obtido destaque, uma vez que possibilita o enriquecimento do solo através da decomposição do sistema radicular e da deposição de serapilheira, onde grande parte do nitrogênio proveniente da fixação biológica de N_2 realizada pelas árvores acaba sendo disponibilizada para os animais (Costa et al., 2004).

Outra vantagem das árvores ocorre em função de seu sistema radicular mais profundo, que possibilita a recuperação de nutrientes das camadas sub-superficiais para as camadas mais superficiais do solo, tornando esses nutrientes acessíveis às raízes das gramíneas (Oliveira et al., 2003). Já para os animais, alguns benefícios são: o maior conforto térmico e abrigo, possibilitando um aumento da qualidade do material forrageiro em oferta, embora possa afetar negativamente a produção (Carvalho et al., 2002).

A ciclagem de nutrientes em sistema agrossilvipastoril é evidente, tendo como principal contribuinte a presença de leguminosas arbóreas que disponibiliza nitrogênio derivado de processos biológicos. A contribuição de nutrientes de diferentes espécies de leguminosas arbóreas pode ser observada em até uma vez e meia o raio de projeção da copa, sendo os maiores valores de concentração e acúmulos encontrados principalmente nas plantas que se desenvolvem nas áreas mais próximas ao tronco (Dias, 2005). Portanto, a utilização de sistemas silvipastoris é recomendada para manutenção da qualidade do solo e produção de alimentos, inclusive, em regiões semi-áridas (Maia et al., 2006).

Em sistemas de pastagens com a introdução de árvores, a sombra e a biomassa das árvores têm potencial para melhorar a fertilidade do solo, aumentar a disponibilidade de nitrogênio para as forrageiras herbáceas e melhorar a qualidade da forragem (Carvalho et al., 2001; Dias, 2005; Fernandes et al., 2006).

Experiências feitas por diversos pesquisadores indicam que a interferência das árvores na produção e qualidade da forragem é divergente e depende da época do ano e tipo de associação árvore x gramínea x animal envolvidos, além do manejo utilizado (Andrade et al., 2002; Dias, 2005).

Em outros sistemas silvipastoris, como aqueles que utilizam espécies arbóreas para produção de madeira ou de frutas, a pastagem e os animais são muitas vezes considerados componentes secundários do sistema. Dessa forma, arborização é uma medida que pode contribuir para a utilização sustentável de pastagens, principalmente daquelas formadas em solos de baixa fertilidade natural, desde que, ao se associar pastagens com árvores, as condições necessárias para se obter benefícios para os componentes do sistema solo-planta-animal sejam atendidas (Franke & Furtado, 2001).

O êxito na interação árvore-pastagem-animal depende, principalmente, do equilíbrio entre o componente arbóreo x pastagem em relação a alguns fatores como disponibilidade de luz, água e nutrientes e devem ser manejados para maximizar a utilização dos recursos naturais disponíveis (Veiga & Serrão, 1994). Assim, a utilização de forrageiras tolerantes ao sombreamento é uma das condições necessárias para se obter as vantagens potenciais da associação de pastagens cultivadas com árvores (Carvalho, 1998a). Essa característica se

refere à capacidade da espécie forrageira em crescer à sombra em relação ao crescimento a pleno sol sob a influência de desfolhações regulares. Além do crescimento, outros aspectos importantes das espécies forrageiras que podem ser afetados pelo sombreamento são o florescimento e, conseqüentemente, a produção de sementes, e aspectos do valor nutritivo da forragem, como digestibilidade e composição mineral. Informações mais precisas sobre esses aspectos são fundamentais para o sucesso do uso de sistemas integrados de produção.

2.2 Efeito do Sombreamento em Pastagem Arborizada

O funcionamento do ecossistema pastagem é caracterizado por fluxos de energia (radiação, calor sensível) e de massa (CO_2 , H_2O , N, minerais) entre as plantas de uma população, solo e atmosfera (Lemaire, 1996).

A planta necessita de reservas orgânicas para sobreviver a períodos de estresse. Se a parte aérea permanece vegetativa, as reservas são normalmente utilizadas para produção de folhas e restituição da área foliar. No entanto, caso esse tecido não seja colhido durante seu ciclo de vida, inicia-se o processo de senescência onde ocorre a reciclagem interna de fotoassimilados, com parte do carboidrato sendo direcionado para órgãos de armazenamento de reservas (base dos colmos e raízes) durante o estágio vegetativo ou para produção de sementes durante o estágio reprodutivo (Van Soest, 1994).

A remoção da biomassa aérea pelo pastejo desencadeia os mecanismos que controlam as alterações morfológicas das forrageiras, as quais variam conforme a duração e a intensidade do processo de desfolhação (Silva & Nascimento Júnior, 2006).

A sombra criada pela árvore modifica o microclima e afeta a quantidade e a qualidade da forragem produzida. Comparando-se com o ambiente de pastagens desprotegidas, o microclima modificado entre as árvores pode reduzir a velocidade do vento, a radiação solar, criando um regime de temperatura ameno, e maiores níveis de umidade do solo.

O sombreamento também ameniza o estresse hídrico durante o período seco e diminui a estacionalidade da produção das gramíneas. Assim quanto maior o nível de sombreamento, menores as diferenças entre a taxa de acúmulo de matéria seca dos períodos chuvosos e de seca. Isto se deve às condições climáticas, quando apresentam altas temperaturas e maior insolação durante o verão, sendo a produção de biomassa inibida apenas pela deficiência hídrica (Andrade et al., 2004). Neste mesmo trabalho, os autores observaram maior tolerância ao sombreamento em plantas de *B. brizantha* cv. Marandu e no *Panicum maximum* cv. Massai, porém em plantas de *Brachiaria humidicola* não foi observada tolerância ao sombreamento. Assim, no planejamento de sistemas silvipastoris pode-se indicar plantas adequadas que se adaptem ao manejo das pastagens consorciadas com árvores (Andrade et al., 2004).

Castro et al., (2001), utilizando diferentes níveis de sombreamento em gramíneas de 0, 30 e 60%, verificaram influência nas concentrações de minerais no tecido das gramíneas e constataram que, com o sombreamento, houve tendência geral à elevação dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio em *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Melinis minutiflora*, *Panicum maximum* e *Setaria sphacelata*.

Muitos estudos apresentaram um efeito positivo do sombreamento sobre a concentração de minerais nas plantas, que foi relacionado com a sua menor taxa de crescimento (Garcia & Couto, 1997). O componente arbóreo pode também propiciar maior aporte de minerais pela maior reciclagem de nutrientes. Quando o sombreamento altera o suprimento de carbono da planta ocorre uma competição entre folhas e gemas axilares, diminuindo a taxa de perfilhamento como resultado da resposta fotomorfogenética das forrageiras, dando origem a um processo de morte dependente da densidade populacional

caracterizado por uma relação inversa entre tamanho e número de perfilho (Matthew et al., 2000).

2.3 Influência da Temperatura na Pastagem

O conhecimento da temperatura abaixo da qual o crescimento das plantas cessa, é de grande importância na avaliação do potencial produtivo de um recurso vegetal em uma determinada área e na correta inserção de uma cultura em um sistema de produção, em especial no caso de espécies forrageiras perenes (Villa Nova et al., 2007). A luz influencia na fotossíntese e transpiração, promovendo abertura estomática e condicionando o fechamento na ausência da mesma, conforme interação com outros fatores como temperatura do ar, teores hídrico e carbônico e isto pode ser atribuído ao aumento da temperatura caracterizado pelo microclima no local. Dessa forma há influência no desenvolvimento de uma planta que é caracterizado pelo aparecimento da haste primária, a partir da semente, que por sua vez produz folhas seguindo um determinado ritmo, geneticamente que é função da ação da temperatura ambiente sobre o meristema apical (Nabinger, 1997).

A temperatura, usualmente apresenta maior influência na qualidade da forragem do que os demais fatores ambientais. Isto se deve a importância da temperatura nos processos biogeoquímicos, pois determina a energia cinética e a velocidade das reações químicas e se as reações irão ou não ocorrer. A temperatura do solo afeta diretamente nas atividades enzimáticas tendo as maiores intensidades da ação das enzimas desses ambientes nas temperaturas de 35 a 40 °C, havendo decréscimos em temperaturas muito baixas e também maiores que 45 °C (Trasar-Cepeda et al., 2007). Nesse sentido é importante saber como o sombreamento pode afetar a temperatura do solo e conseqüentemente as etapas de transformação da matéria orgânica do solo, culminando na disponibilidade de minerais.

De acordo com Magalhães (1979) plantas de metabolismo C₃ como as leguminosas e C₄ como as gramíneas apresentam níveis ótimos na faixa de 25 °C e 35 °C respectivamente para taxas ótimas de fotossíntese. Dessa forma é interessante o conhecimento desses efeitos nas plantas para escolha das espécies adequadas.

2.4 Fauna do Solo

A fauna do solo é um parâmetro que apresenta componentes normalmente agrupados de acordo com seus hábitos alimentares, tais como: animais fitófagos (consomem plantas), zoófagos (predadores e parasitoides de outros animais), saprófagos (consomem animais e vegetais em decomposição), necrófagos (consomem animais e vegetais mortos) e geófagos (alimentam-se de terra). Podem ser classificados, segundo Gassen (1999), de acordo com o tamanho do corpo, em: micro (<0,2 mm), meso (0,2 mm a 2 mm) e macrofauna (>2 mm). A megafauna (acima de 20 mm de diâmetro corporal) e a macrofauna têm como principais funções a fragmentação de detritos vegetais e animais da serapilheira, a predação de outros invertebrados e a modificação da estrutura do solo através da atividade de escavação e produção de coprólitos (Correia & Andrade, 1999). Portanto, de acordo com Leitão-Lima & Teixeira (2002), uma área enriquecida com leguminosas arbóreas pode apresentar maior biomassa de grupos faunísticos quando comparado a áreas desprovidas dessas plantas, devido a melhor qualidade da serapilheira ofertada. Os organismos presentes no solo determinam suas características e sua qualidade e a biota também é afetada pelo tipo de manejo adotado num determinado solo.

A interação da fauna do solo com microrganismos e plantas é capaz de modificar o funcionamento e estrutura do solo, exercendo uma regulação sobre os processos (Lavelle, 1996). Dessa forma, os quatro sistemas biológicos de regulação (SRB) são: a serapilheira e raízes superficiais como principal fonte de energia para a cadeia alimentar, constituída

principalmente de artrópodos; a rizosfera, em que o exsudato estimula a atividade microbiana; a drilosfera, caracterizada pelas estruturas ambientais elaboradas pelas minhocas (galerias, buracos e coprólitos); e a termitosfera, compreendida pelo ambiente sob interferência de cupins, ninhos, populações e interação com microrganismos e plantas. Nas pastagens, a fauna do solo influencia a atividade biológica, a ciclagem de nutrientes e a estrutura do solo (Correia, 1999), e não se sabe exatamente como as árvores podem interferir nessa relação.

A partir daí, o manejo praticado num ecossistema reflete na composição de uma comunidade de invertebrados no solo e estudos devem ser desenvolvidos para se determinar qual a função dos diferentes grupos de animais em tais sistemas e como podem modificá-los.

A diversidade tem uma função importante na manutenção da estrutura e do papel do ecossistema. Os ecossistemas naturais geralmente seguem o princípio de que mais diversidade permite a maior resistência à perturbação e a interferência. Assim ecossistemas com alta diversidade tendem a se recuperar mais rapidamente de perturbações e restaurar o equilíbrio em seus processos de ciclagem de materiais e fluxo de energia em ecossistemas com baixa diversidade, a perturbação pode provocar mais facilmente modificações permanentes no seu funcionamento, resultando na perda de recursos do ecossistema e em alterações na constituição de suas espécies (Aquino, 2005) e a diversidade da biota do solo depende do material vegetal disponível, variando de acordo com cada espécie em cultivo misto ou monocultivo (Wardle et al., 2006).

O sistema solo-serapilheira é o habitat natural para grande variedade de organismos, que diferem em tamanho e metabolismo, responsável por inúmeras funções. Contudo, o monitoramento dos grupos de fauna no sistema permite não apenas uma inferência sobre a funcionalidade desses organismos, mas também uma indicação simples da complexidade ecológica dessas comunidades. Assim, as coberturas de floresta natural, preservadas e não preservadas, mostraram valores de riqueza e densidade de fauna superior aos plantios de eucaliptos e pastagens, tanto no solo como na serapilheira, em épocas distintas, sendo no verão verificadas maiores diferenças (Moço, et al., 2005). Neste mesmo estudo, concluiu-se que a diversidade da fauna, riqueza de espécies e índice de Shannon e índice de Pielou variaram com a época do ano.

As minhocas são conhecidas por diminuir a densidade aparente do solo, aumentando a sua porosidade. Em estudos realizados por Jardevesk & Porfírio-da-Silva (2005) observou-se que amostragens próximas das copas de árvores encontram-se maior porção de casulos e minhocas, ocorrendo o contrário em pastagens sem a presença do componente arbóreo.

A cobertura do solo exerce efeito importante sobre a macrofauna do solo, influenciando até mesmo os grupos taxonômicos que são capazes de colonizar o solo (Barros et al., 2003). Além disso, determina as funções que a fauna exercerá nos processos físicos, químicos e biológicos dos solos. Blanchart et al. (2004) constataram que a atividade de minhocas proporcionou um aumento na estabilidade de agregados do solo em pastagens. Porém, Barros et al. (2001) observaram desestabilização em pastagem na Região Amazônica, promovendo a compactação superficial do solo, devido ao acúmulo excessivo de coprólitos na superfície do solo.

A degradação da matéria orgânica oriunda de detritos vegetais e animais no solo é um processo biológico fundamental para o ecossistema, sendo os nutrientes reciclados e prontamente assimilados pelas plantas. Esse processo depende da ação e movimentação dos invertebrados presentes no solo que ocorre de quatro formas, segundo Correia & Oliveira, (2000) sendo: a) pela ingestão do solo, atravessando todo o tubo digestivo e eliminado na forma de fezes, formando galerias, sendo utilizado pelas minhocas geófogas e térmitas húmíveros, que neste último a fonte alimentar é a matéria orgânica do solo; b) pela retirada de

partículas ou pequenos agregados, como os cupins de terra solta (*Syntermes* sp.) e formigas saúvas (*Atta* sp.). O tamanho das partículas é determinado pelo tamanho das mandíbulas desses insetos, por onde transportam o material podendo modificar pontualmente o horizonte superficial do solo, alterando a classe textural, a quantidade de matéria orgânica e a umidade. c) pela pressão de perfuração, observada em diplópodes da subclasse Chilognatha (gongolo ou piolho de cobra) que possuem uma cápsula cefálica bastante calcificada pressionada para o interior do solo com ajuda de duplos pares de pernas em cada segmento. d) por escavação, muito utilizada por artrópodes e consiste na utilização das pernas, sendo ou não especializada para essa atividade.

As práticas de manejo utilizadas em um sistema de produção podem afetar de forma direta e indireta a fauna do solo, como mostram os resultados de trabalhos de levantamento de fauna em diferentes sistemas, por retirada da serapilheira e de ervas daninhas e monocultivo que provocam uma simplificação do habitat diminuindo a diversidade da comunidade do solo (Assad, 1997). Em caso de pastagens, a abundância e riqueza também são diminuídas quando comparadas a outros sistemas (Giracca et al., 2003).

Assim, a presença de leguminosas arbóreas consorciadas com pastagem formada de gramíneas pode contribuir para o aumento da riqueza e da diversidade da fauna do solo, principalmente do grupo Oligochaeta, Coleoptera, Araneae e Formicidae, apresentando sob a copa das árvores uma população faunística do solo bastante diversificada (Dias et al., 2006).

A performance da estratégia de amostragem de fauna do solo é bastante dependente de comparação com padrões. Rossi et al., (2006,) em estudos na Amazônia, demonstraram que devido à heterogeneidade das amostras deve-se estratificá-la em várias camadas do solo em cada ponto amostrado. Ponge et al., (2003) compararam comunidades de colembola como indicador de intensificação de uso da terra e demonstraram que nas pastagens não sofreram interferência, mas aumentando-se a diversidade de plantas a comunidade de colembola foi aumentada. Apesar da comunidade de colembola não contribuir para aumento da biomassa radicular das plantas, ela pode influenciar na morfologia, permitindo alongamento da raiz em busca de nutrientes (Endlweber & Scheu, 2006).

No estudo de grupos de fauna sem maiores conhecimentos taxonômicos, a identificação em nível de classes e ordens apresenta duas limitações: a primeira limitação é de caráter metodológico onde as amostragens de solo e extração dos animais edáficos são mais eficientes para alguns grupos, sendo este problema contornado quando se trabalha com comparações entre diferentes épocas do ano numa mesma comunidade verificando uma condição imposta pelo ambiente e a segunda limitação é a incerteza, impossibilitando a identificação da funcionalidade exata de vários grupos da fauna do solo, em nível de classes, ordens ou mesmo família (Correia & Oliveira, 2000). Para interpretação dos resultados são utilizados índices de diversidade: Índice de Shannon, Índice de Pielou e Riqueza de espécies (Odum, 1983).

Nesse sentido a avaliação da influência das árvores na abundância da fauna do solo pode ser um bom indicador da biodiversidade do solo, com a introdução de árvores em pastagens.

2.5 Conforto Animal em Pastejo

As características climáticas das regiões tropicais não favorecem a criação de bovinos para produção de leite, em razão do fato das principais raças especializadas serem selecionadas em regiões temperadas. Dessa forma, elevadas temperaturas são um dos maiores problemas na produtividade leiteira dos trópicos. Em torno de 2/3 do território brasileiro

encontra-se na faixa mais tropical, com o predomínio de temperaturas elevadas, resultante da intensidade da radiação solar elevada (Azevedo et al., 2005).

Para compensar essa susceptibilidade o animal utiliza mecanismos de regulação de calor, que permitem manter a homeotermia. Para isso, mantêm o equilíbrio térmico com o ambiente, incluindo a radiação, temperatura, movimento do ar e umidade. Assim, as trocas de calor do animal, via radiação, convecção, condução e evaporação, variam com as condições ambientais. A zona de termoneutralidade para bovinos leiteiros situa-se entre 5 e 25 °C e depende da idade, espécie, raça, alimentação, aclimação, nível de produção, cor da pele, dentre outros. Seus valores críticos de limite superior variam entre 24 e 27 °C (Fuquay, 1981).

Com base na frequência respiratória, a 60 movimentos por minuto, acima dos quais os bovinos apresentam sinais de estresse por calor, estimaram-se valores críticos superiores de índice de conforto térmico iguais a 79, 77 e 76 para animais de grupos genéticos 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês x Zebu, nos respectivos graus de sangue (Azevedo et al., 2005).

O sistema de criação de bovinos a pasto é caracterizado por uma série de fatores e suas interações podem afetar o comportamento ingestivo dos animais, comprometendo o seu desempenho e, conseqüentemente, a viabilidade da atividade (Pardo et al., 2003).

Os principais componentes do hábito animal são o tempo de pastejo, ócio e ruminação, além da taxa de bocado, sendo esta última a primeira a ser afetada quando há alterações nas ofertas de alimentos. Até certo ponto, os animais têm a capacidade de aumentar a taxa de bocado ou o tempo de pastejo para apreender maior quantidade de forragem em um pasto com estrutura de difícil apreensão. Entretanto, chega a um ponto em que o gasto energético do animal para colher a forragem acarreta em queda no ganho de peso dos animais. Portanto, é necessário ofertar as forragens dentro de uma estrutura que facilite o hábito alimentar dos bovinos sem desprezar os limites das pastagens (Zanine et al., 2006).

Se a carga de calor externo, incremento calórico e eficiência dos mecanismos de perda de calor são deficientes por algum motivo, há então o estresse no animal. Uma das reações do animal ao desconforto térmico é a redução do consumo, havendo a necessidade de incremento na concentração de nutrientes na dieta, contribuindo para aumento nos custos de produção no rebanho, que quando não corrigido pode até acarretar na morte do animal (Moura, 1996). Dessa forma, o sistema silvipastoril constitui um eficiente método para criação de animais especializados para produção de leite, fornecendo um ambiente de conforto térmico, para que os animais possam produzir em condições mais favoráveis e menos estressantes (Leme et al., 2005).

Com relação ao desempenho animal, diferentes sistemas de acondicionamento de ambiente, em condições de estresse térmico, vêm sendo comparados com base na influência destes sistemas na melhoria do conforto térmico, dentre eles a utilização de árvores. De acordo com Cardoso (1996), a redução do estresse no pasto pode ser conseguida utilizando-se árvores nas pastagens, sombrites, bambus, entre outros.

Assim, avaliar o conforto térmico animal e fenômenos que permitem estabelecer a influência das árvores em pastagens se faz necessária.

2.6 Efeito do Sombreamento no Comportamento Animal

A intensidade com que os animais procuram sombra é definida pela frequência e tempo de permanência no local sombreado. Pode ser controlada por diversos fatores, destacando-se as condições climáticas, os fatores sociais envolvendo a hierarquia e territorialismo, as diferentes raças e as diferenças entre indivíduos da mesma raça (Paranhos da Costa, 1995). Para esses animais, alguns benefícios como o maior conforto térmico e

abrigo, possibilitando um aumento da qualidade do material em oferta embora possam afetar negativamente a produção de forragem (Carvalho et al., 2002) quando não se tem a opção da sombra durante dias muito quentes.

Os efeitos da sombra sobre o comportamento animal ocorrem no padrão de consumo, devido ao gado passar a maior parte dos dias quentes deitado sob a sombra, saindo somente para ingestão de água após o meio-dia ou à noite. Essa variação se dá com as diferentes épocas do ano, sendo maior no verão (Moura, 1996). Depois de pastejar, o gado costuma realizar a ruminação que é uma atividade que consome mais tempo, variando de 5 a 9 horas, preferencialmente à sombra, portanto, a provisão de sombra assegura ou permite maior descanso (Moura, 1996).

Os animais procuram a sombra nas horas mais quentes do dia, demonstrando que se esses recursos estiverem disponíveis suas necessidades serão atendidas. Os dados de Possa (1989) mostraram que em 35% do tempo, os animais da raça Aberdeen-Angus ficaram à sombra antes das 10 horas e depois das 14 horas, já os animais da raça Nelore, 66,6% do tempo à sombra se deu fora do período mais quente. Diante desses fatos pode-se afirmar que é fundamental o conhecimento de cada raça de animal utilizada na criação e ajustar-se as suas tolerâncias ambientais com o ambiente disponibilizado.

Assim, avaliar os efeitos do sombreamento em função da copa de diferentes espécies arbóreas é fundamental para que se possa determinar a influência de cada uma delas no conforto animal e nos hábitos de pastejo.

3 CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO DA REBROTA E QUALIDADE DA
Brachiaria brizantha **CV. MARANDU EM PASTAGEM CULTIVADA**
COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS

3.1 RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de quatro espécies de leguminosas arbóreas na produção e qualidade do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em quatro distâncias do caule sob influência da copa dessas árvores, constituindo o sistema silvipastoril, e um tratamento apenas com o capim, fora da influência da copa, constituindo o sistema em monocultivo. O experimento foi realizado em um Planossolo Háplico de baixa fertilidade no município de Seropédica-RJ. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados em parcelas subdivididas, onde a árvore representou à parcela e as quatro distâncias as subparcelas, mais um tratamento adicional só com o capim. As espécies de leguminosas arbóreas foram: *Pseudosamanea guachapele* (albizia), *Acacia holosericea* (olosericea), *Mimosa artemisiana* (jurema branca) e *Mimosa tenuiflora* (jurema preta). Avaliações foram feitas em duas épocas, das águas e seca, em seis variáveis nas plantas do capim: produção de massa seca (PMS), teores de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), de lignina (LIG) e digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS). Não foram observadas diferenças na produção de massa seca do capim Marandu entre os sistemas, silvipastoril (SSP) e o monocultivo (SM), na época das águas, enquanto na época seca a produção no SSP foi 147 % maior que no monocultivo; teores de proteína bruta e digestibilidade "in vitro" da matéria seca no SSP foram, respectivamente, 43 e 24 % maiores que no monocultivo; na época seca; o capim apresentou, respectivamente, 6 e 14 % mais fibra em detergente neutro e lignina, no monocultivo do que no sistema silvipastoril. Concluiu-se que a utilização de leguminosas arbóreas dispersas em pastagens influencia positivamente o rendimento e a qualidade da matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, principalmente no período seco do ano.

Palavras-chave: MS. PB. DIVMS. FDN. FDA. Lignina.

3.2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of four species of leguminous trees on the production and quality of the grass *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, grown up at four distances from trees stems but still under the influence of the tree canopies, forming a consortium tree-grasses system, and the single grass in the area out of the tree canopy influence, constituted the single pasture system. The experiment was carried out on a Fragiudult soil of low fertility in the municipality of Seropédica, Rio de Janeiro State. The statistical design was of completely randomized blocks with split plots, where trees were the main plots and the distances the subplots, plus the single grass treatment. The leguminous tree species were *Pseudosamanea guachapele* (albizia), *Acacia holosericea* (olosericea), *Mimosa artemisiana* (white jurema), and *Mimosa tenuiflora* (black jurema); the single pasture was the control. During the dry and rainy year seasons, evaluations of production of dry mass (SMP), crude protein (CP), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), lignin (LIG), and "in vitro" dry matter digestibility (IVDMD) were performed. The results showed no differences in dry mass production of the grass Marandu in the tree-grass consortium (TGC) and single grass pasture (SGP) systems for the rainy season. In the dry season the production in TGC was 147% higher than in SGP. Also, under TGC the CP and IVDMD were respectively 43 and 24% higher than in SGP. In the dry season, the single grass pasture presented, respectively 6 and 14% more NDF and LIG as PP than in TGC. It was concluded that the insertion of leguminous trees in pastures positively influenced the yield and quality of dry matter of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, especially in the dry season of the year.

Key words: Dry mass. Crude protein. In vitro dry matter digestibility (IVDMD). Neutral detergent fibre. Acid detergent fibre. Lignin.

3.3 INTRODUÇÃO

A utilização de leguminosas arbóreas em pastagens cultivadas, em solos de baixa fertilidade, apresenta grande potencial para melhoria da produção e qualidade da forragem. No entanto, esta influência parece estar associada ao tipo de interação entre a espécie arbórea e a gramínea, sob influência da época do ano.

O sombreamento, de maneira geral contribui para elevação da qualidade da forragem em sistemas silvipastoris (Castro et al., 2001). No entanto, poucos têm sido os trabalhos na literatura para avaliar a sazonalidade da produção e da qualidade da forragem em consórcio com árvores. Porém resultados de estudos pioneiros mostram incrementos favoráveis para a qualidade da forrageira herbácea cultivada sob árvores principalmente aquelas da família das leguminosas.

Os sistemas agroflorestais (SAF's), em suas diferentes modalidades, como sistemas agrossilvipastoris e pastoris e também agrossilviculturais são considerados opções agroecológicas, incluindo na maioria dos casos vantagens que superam as desvantagens, no que se refere aos principais componentes da sustentabilidade, ou seja, econômico, social e ambiental (Daniel et al., 2006).

Neste sentido, e visando suprir essa carência de informações e entender melhor essa associação, nesse capítulo avaliou-se a influência de leguminosas arbóreas no rendimento e na qualidade da *B. brizantha* cv. Marandu.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Localização e descrição da área de estudo

A área de pastagem onde as ações de pesquisa foram desenvolvidas pertence à Bovinocultura de Leite da PESAGRO – Rio/Estação Experimental de Seropédica, formada em 2001, em um Planossolo Háptico de baixa fertilidade natural, situado no município de Seropédica, na altura do km 07 da Rodovia BR 465, na coordenada geográfica 22^o48' S e 43^o41' W, com altitude de 33 metros. O clima da região é classificado como A_w no sistema de Köppen, apresentando verões quentes/úmidos e inverno seco. Já o regime térmico é caracterizado como subquente (Ramos et al., 1973).

Em uma área de um hectare foi plantada com a *Brachiaria brizantha*, cv Marandu, e nela foi desenvolvida uma tese de doutorado, objetivando avaliar a introdução de 16 espécies de leguminosas arbóreas na pastagem com a presença dos animais e sem proteção das mudas. A partir desse estudo, Dias (2005) indicou 4 espécies como sendo de grande potencial para utilização na arborização de pastagens, que foram utilizadas nessa tese de doutoramento. A saber:

***Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Dugand**, Albizia, é uma espécie nativa da América Central e México, podendo ser confundida com a *Albizia saman*. Apresenta crescimento rápido com porte ereto, produz madeira pouco durável, bastante utilizada como lenha. É uma espécie pouco estudada em outras partes dos trópicos, e embora estudos da utilização de suas folhas para alimentação animal e adubação verde sejam escassos, seu crescimento vigoroso após o corte evidencia o potencial dessa espécie como fixadora de nitrogênio e produtora de elevada quantidade de folhas (Stewart et al., 1992).

***Acacia holosericea* (Cunn, ex Don)**, a holosericea é uma espécie oriunda da Austrália, onde ocupa as margens dos córregos dos rios nas zonas baixas subúmidas do Norte do país. A precipitação ideal para a espécie fica entre 600 e 1.200 mm (Domingues et al., 1999). É uma espécie que nodula com rizóbios nativos de solos brasileiros (Franco et al., 1996). Tem rápido crescimento até 12 m de altura, com longevidade, em geral inferior a dez anos, tolera a salinidade do solo (Cossalter, 1987). Tem sido utilizada como quebra ventos associada com *Eucalyptus camaudulensis* (Lorenzi et al., 2003). Vem sendo utilizada na revegetação de substratos destituídos de matéria orgânica nas áreas de exploração de minérios (Franco et al., 1995 e 1996) e revegetação de áreas de rejeito de produção de alumínio (Fortes, 2000).

***Mimosa artemisiana* (Heringer & Paula)**, conhecida vulgarmente como “jurema branca”, de ocorrência do Estado da Bahia ao Espírito Santo e Rio de Janeiro, na mata pluvial Atlântica de tabuleiro, até 800 m de altitude (Lorenzi, 1998). Sua madeira é empregada para pequenas obras locais de construção civil, como ripas, caibros e divisórias, móveis simples, cabos de ferramentas, embalagens, lenha e carvão. Planta rústica e de rápido crescimento, sendo indicada para a recomposição de reflorestamentos mistos destinados a recuperação da vegetação de áreas degradadas (Lorenzi, 1998).

***Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poiret.**, a jurema preta, ocorre na Região Nordeste do Brasil, nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí (Sul), Bahia no Vale do S. Francisco e na Caatinga (Lorenzi, 1998). Sua madeira é empregada localmente para obras externas, como moirões, estacas e pontes, pequenas construções, rodas, móveis rústicos, bem como para lenha e carvão. Suas flores têm importância para a apicultura. É uma planta pioneira e rústica, indicada para composição de reflorestamentos heterogêneos com fins

preservacionistas (Lorenzi, 1998). Planta decídua, heliófita, seletiva higrófito, pioneira, característica e exclusiva das caatingas, porém apresenta dispersão descontínua e irregular ao longo da sua área de distribuição.

Na ocasião do plantio, as mudas das leguminosas arbóreas foram produzidas no Campo Experimental da Embrapa-Agrobiologia a partir da sementeira e transplantadas para o campo em dezembro de 2001. As sementes foram inoculadas com estirpes de rizóbio específicas e fungos micorrízicos *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum*.

Na adubação de plantio das leguminosas foram aplicados 200 g de uma mistura de duas partes de cinza, mais uma parte de termofosfato, cinco partes de calcário, 10 g de FTE-BR12, contendo 5,4 % de Fe_2O_3 , 5,5 % de MnO_2 , 1% de CuO , 11,5 % de ZnO , 7 % de B_2O_3 , 0,2 % MoO_3 , em covas de 20 x 20 x 20 cm espaçadas de 7,5 x 7,5 m entre plantas. A gramínea para formação do pasto foi semeada em março de 2002.

As espécies acima descritas encontravam-se dispersas na pastagem, com espaçamento variável. Foram selecionados 4 indivíduos de cada uma para efetuar as diferentes avaliações propostas nesse estudo.

3.4.2 Biometria das árvores

Para avaliar a produção e qualidade da forragem foi interessante determinar a área de influência de cada uma das árvores presentes no sistema. Assim, as leguminosas arbóreas foram podadas em agosto de 2005 para adequação da formação da copa, após 5 anos do plantio. Em abril de 2006, todas as árvores foram medidas (Tabela 1), determinando-se o diâmetro da copa, altura total da planta, diâmetro à altura do peito (DAP) e altura da base da copa, visando caracterizar cada indivíduo para facilitar o entendimento e a influência de cada um deles nos parâmetros que foram avaliados nesse e no próximo capítulo.

Tabela 1. Biometria das leguminosas arbóreas estudadas com 6 anos após o plantio

Espécie	Diâmetro da copa	Altura da base copa	Altura total da árvore	Comprimento		
				DAP	das folhas	Formato da copa
	m		cm			
<i>P. guachapele</i>	6,0	3,0	10	12	3	Triangular (rala)
<i>A. holosericea</i>	7,5	2,0	6	13	15	Arredondado (densa)
<i>M. tenuiflora</i>	5,0	1,5	5	6	0,5	Arredondado (muito rala)
<i>M. artemisiana</i>	6,4	2,5	8	9	0,5	cone (muito rala)

3.4.3 Capacidade de rebrota e qualidade da forragem

As atividades referentes a esta ação de pesquisa foram aplicadas em dezembro de 2006 (verão) e a segunda em julho de 2007 (inverno).

Com base nos estudos realizados por Dias (2005), o que se tem percebido é que a influência das árvores se dá em função do tamanho da copa, tipo de folha envolvida e altura da árvore. Essas variações evidenciam a necessidade de entender o funcionamento dessa dinâmica em função de diferentes distâncias dos troncos das árvores. Para tanto, foram realizadas amostragens a 50 cm do caule; metade da projeção da copa; no raio da projeção da copa e uma vez e meia a projeção da copa. As distâncias foram referenciadas com a largura da copa, em função das árvores apresentarem copas distintas e, com isso, possivelmente influência distinta em diferentes distâncias do tronco da árvore, o que inviabilizaria a comparação entre as espécies. Para determinação da produção da forragem oriunda da rebrota,

a coleta do capim foi realizada 49 dias após o corte de uniformização da parte aérea da *B. brizantha* no verão e no inverno utilizando-se um quadrado de 50 x 50 cm num corte a 5 cm do solo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições. A unidade experimental constou de uma árvore de cada espécie de leguminosa arbórea, com as quatro distâncias em relação ao caule. As três amostras simples de cada distância formaram uma amostra composta que foi processada e analisada.

As amostras retiradas foram colocadas na estufa de ventilação forçada a 65 °C, até atingir peso constante. Em seguida, foram moídas em moinho tipo Wiley e analisadas para determinação da qualidade através das variáveis PB (Proteína bruta), FDN (fibra em detergente neutro), FDA (fibra em detergente ácido), DIVMS (digestibilidade in vitro da matéria seca) e lignina que foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Gado de Corte (Van Soest et al., 1991). Com estas análises foi possível verificar a influência das árvores na produção e qualidade da forragem em duas épocas distintas do ano.

Visando viabilizar comparações entre áreas com e sem a influência da árvore, foram amostradas 4 repetições de *B. brizantha*, de 0,25 m², a partir de um quadrado metálico, fora da influência das árvores. Esta amostragem possibilitou determinar a influência de cada espécie arbórea na produção e qualidade da forragem, em comparação com a pastagem em monocultura.

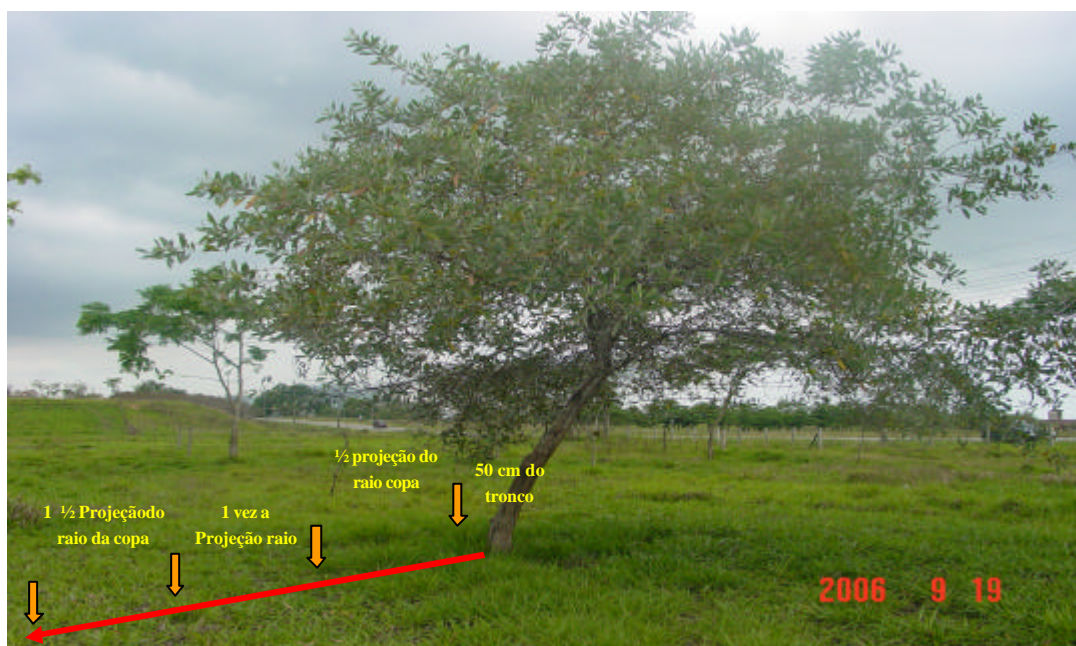


Figura 1. Esquema de amostragem para avaliação da produção e qualidade da forragem, fauna edáfica e fertilidade do solo.

3.4.4 Análise estatística

Os resultados foram avaliados através de análise de variância utilizando-se o programa estatístico SISVAR 4.6 (Ferreira, 2003). O teste F sendo significativo para as variáveis analisadas foi utilizado o teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade, para comparação das médias.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados dos efeitos das quatro distâncias sob a copa das espécies arbóreas, (constituindo-se o sistema silvipastoril-SSP) na produção de massa seca (PMS) do capim, comparados com o da distância fora da influência da copa (constituindo-se no sistema monocultivo-SM), em duas épocas do ano, são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Produção de massa seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em diferentes distâncias sob a copa de espécies arbóreas e fora da influência da copa, em duas épocas do ano

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
Época das águas					
<i>P. guachapele</i>	204,5 a A	211,0 a A	222,6 a A	151,0 a A	197,3 a
<i>A. holosericea</i>	165,4 a A	200,8 a A	160,9 a A	140,7 a A	167,0 a
<i>M. tenuiflora</i>	202,8 a A	184,3 a A	175,1 a A	166,7 a A	182,2 a
<i>M. artemisiana</i>	193,6 a A	172,4 a A	158,5 a A	158,3 a A	170,7 a
<i>B. brizantha</i>	196,1 a				
Época seca					
<i>P. guachapele</i>	123,9 a A	96,2 a A	106,8 a A	99,9 a A	106,7 a
<i>A. holosericea</i>	118,9 a A	116,1 a A	102,8 a A	112,4 a A	112,5 a
<i>M. tenuiflora</i>	116,1 a A	107,0 a A	152,2 a A	172,1 a A	136,9 a
<i>M. artemisiana</i>	117,4 a A	130,8 a A	125,9 a A	132,7 a A	126,7 a
<i>B. brizantha</i>	48,8 b				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas dentro de cada época, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Não foram observadas diferenças significativas na época das águas para PMS do capim Marandu no SSP comparado com o SM, mas houve tendência da produção de massa seca ser menor na maior distância (D4) do tronco das árvores (Tabela 2).

A fertilidade do solo é maior próxima ao tronco das árvores (Ribaski, 2000; Chaturvedi e Das, 2002), entretanto, Dias et al. (2006) mostraram que espécies de leguminosas arbóreas apresentaram capacidade diferenciada de alterar os níveis de fertilidade do solo na área de influência da copa, e observaram que as espécies *Enterolobium contortisiliquum* (Orelha de Negro) e *Dalbergia nigra* (Jacarandá da Bahia) apresentaram maiores teores de N no solo sob a copa, enquanto *Enterolobium contortisiliquum*, o P e K foram maiores.

Carvalho et al., (2002) observaram em plantas da cultivar Marandu, sob a copa de *Anadenanthera macrocarpa* (Angico Vermelho), plantado há 30 anos e com sombreamento sob sua copa variando de 40 a 70%, produziram significativamente menos massa seca do que a obtida a pleno sol, exceto na avaliação do 3º corte quando a produção de massa seca (inverno) na sombra foi 30% superior do que a obtida a pleno sol. Segundo estes autores, o menor crescimento do capim na área sob as copas das árvores pode ter sido por mudanças na qualidade da luz ou por competição por água pelas árvores.

Resultados mostraram que o cultivar Marandu apresentou tolerância média a alta ao sombreamento (Wong e Wilson, 1980; Andrade et al., 2004; Ferraro et al., 2006). Segundo Ribaski (2000), os capins tolerantes quando sombreados compensam os baixos níveis de

radiação por meio de mais alta eficiência fotossintética e se a sombra não for excessiva (> 50%), a produtividade do pasto pode não ser muito afetada (Dacareth e Bludenstein, 1968).

Na época seca, em média, o PMS do capim Marandu no SSP foi 147,3 % maior que no SM (Tabela 2). É possível que este resultado seja reflexo de uma maior conservação da umidade do solo sob a copa da árvore, em função do sombreamento. Segundo Vetaas (1992) e Ribaski (2000), as árvores também modificam o microclima, reduzindo a temperatura do solo e a evaporação, como consequência aumenta a umidade do solo sob suas copas, facilitando o crescimento das forrageiras nestas áreas.

Dessa forma, verificou-se no presente experimento que as árvores plantadas na pastagem de capim Marandu favoreceram o crescimento do capim na época mais seca do ano, sem diminuir a produção de massa seca na época das águas.

Este resultado é muito importante do ponto de vista, não só de sustentabilidade mas zootécnico, uma vez que um dos maiores problemas de produção de forrageiras, e como consequência, de produção de leite e carne de animais que dependem de pastagem, é a oscilação de produção, normalmente apresenta acentuada na época seca (Souto, 1982; Souto & Döbereiner 1985).

Foram observados no SSP, que os teores de proteína bruta (PB) nas épocas das águas e seca, foram, de um modo geral, maiores quanto mais próximos ao tronco, exceto em *P. guachapele*, e que os teores foram estatisticamente iguais nas quatro distâncias nas duas épocas. Nesse mesmo sistema, *A. holosericea* apresentou os maiores teores nas distâncias D1 (50 cm do tronco) e D2 (metade da projeção da copa) na época das águas, e nas distâncias D1 na época seca; *Mimosa tenuiflora* e *M. artemisiana*, respectivamente nas distâncias D1, D2 e D3 (no raio de projeção da copa) e D1 e D2, nas duas épocas (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de proteína bruta na matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
	%				
Época das águas					
<i>P. guachapele</i>	9,8 b A	9,2 b A	8,8 a A	7,5 b A	8,8 a
<i>A. holosericea</i>	11,4 a A	10,3 b A	9,0 a B	6,9 b C	9,4 a
<i>M. tenuiflora</i>	10,8 a A	9,8 b A	9,0 a A	7,4 b B	9,2 a
<i>M. artemisiana</i>	12,8 a A	12,0 a A	9,8 a B	9,9 a B	11,1 a
<i>B. brizantha</i>	7,2 b				
Época seca					
<i>P. guachapele</i>	8,0 b A	8,6 a A	9,2 a A	9,2 a A	8,9 a
<i>A. holosericea</i>	9,9 a A	8,2 a B	7,7 a B	5,4 b C	8,7 a
<i>M. tenuiflora</i>	10,2 a A	8,9 a A	9,2 a A	6,1 b B	8,6 a
<i>M. artemisiana</i>	10,2 a A	8,9 a A	8,2 a B	6,8 b B	6,7 b
<i>B. brizantha</i>	6,1 b				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas dentro de cada época, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Em média, entre as espécies arbóreas não houve diferenças significativas nos teores de PB no capim na época das águas, porém em média foram superiores 33,3 % do registrado no SM, enquanto na época seca, as espécies *P. guachapele*, *A. holosericea* e *M. tenuiflora* apresentaram, aproximadamente, 9 % a mais de teores de PB do que *M. artemisiana* e 43 % que o SM (Tabela 3).

Considerando que um teor de 7 a 8 % de PB na massa seca constitui a exigência mínima de bovinos em crescimento (Minson, 1990), uma vez que, teores de PB inferiores são limitantes ao desenvolvimento dos microrganismos ruminais, implicando em menor consumo voluntário, redução de digestibilidade e queda na produção animal (Soares et al., 2004). Verifica-se no SSP que os teores de PB encontrados nas duas épocas atenderam esse requisito, exceto na maior distância (D4), para *A. holosericea* na época das águas, para as duas mimosas e para o SM na época seca.

De uma maneira geral, o teor de PB alto encontrado no SSP quase sempre é justificado pelo efeito de menor PMS nesta área. No entanto, há registros sobre aumento simultâneo no crescimento e na concentração de PB nas áreas sombreadas (Eriksen e Whitney, 1981; Samarakoon et al., 1990; Carvalho et al., 2002). Resultados de aumento no teor de PB no SSP também foram observados em *Cynodon nlemfuensis* sob a copa de *Albizia saman* (Reys et al., 1999), *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob a copa de *Zeyheria tuberculosa* (Reis et al., 2006), e em cultivar Marandu e cultivares Aruana, Makueni, Mombaça e Tanzânia, de *Panicum maximum* crescendo no SSP de *Anadenanthera macrocarpa* (Carvalho et al., 2002).

Resultados do presente experimento mostram aumentos simultâneos de PMS e de teor PB no SSP de *P. guachapele*, *Acacia holosericea* e *M. tenuiflora* em relação ao SM ($R^2=0,91$; $p < 0,0474$), na época seca (Tabela 3). Paciullo et al. (2001) e Almeida et al. (2007) encontraram incremento nos valores de PB quando o capim Marandu foi cultivado no SSP na época das águas, porém na época seca ficou mais evidente a contribuição da árvore para qualidade do capim. O aumento no teor de PB em pastagem sombreada foi acompanhado pela mais alta produção de leite (Lamela et al., 2005).

Carvalho et al. (1994) e Dias et al. (2006) atribuíram os níveis mais elevados de N na forragem a maior fertilidade do solo nas áreas sob influência das árvores. Por outro lado, Gottingen e Zimmermann (1989), consideraram que a planta sombreada tem o metabolismo alterado, reduzindo a quantidade de compostos nitrogenados destinados a gliconeogênese. Desta forma, há maior acúmulo destes compostos em seu tecido, elevando o teor de N total nas plantas. Segundo Eriksen e Whitney (1981), outro fator que pode contribuir para o maior teor de PB na sombra é a menor disponibilidade de energia (ATP e NADPH) para transformação de compostos solúveis em moléculas estruturais. Esta hipótese pode ser confirmada se a sombra reduz os valores de FDN das espécies (Moraes et al., 2006).

Estudo realizado por Andrade et al. (2002) verificou que o sombreamento não é o único fator que interfere no crescimento de gramíneas, sendo também importante a disponibilidade de nitrogênio no sistema. O uso de árvores capazes de fixar nitrogênio atmosférico em consorciação com bactérias parece ser uma estratégia adequada para esse fim, colaborando para minimizar uma das principais limitações das pastagens degradadas (Dias et al., 2007a). Isto se deve a capacidade das leguminosas de fixar o nitrogênio atmosférico e posteriormente esse elemento ser disponibilizado para a gramínea, mediante a queda das folhas das leguminosas arbóreas. (Dias, 2005) observou que a transferência do nitrogênio da leguminosa para o capim cultivado sob suas copas se dá até a uma distância de 1,5 vezes da projeção da copa, com uma grande contribuição da transferência de nitrogênio da leguminosa para a gramínea (Dias et al., 2007b).

Foram observados no SSP que a digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) da *B. brizantha* cv. Marandu nas épocas das águas e seca foi maior quanto mais próximo ao tronco, exceto em *P. guachapele* e *M. artemisiana*, que os teores foram estatisticamente iguais nas quatro distâncias na época seca. Nesse sistema, a *A. holosericea* e a *M. tenuiflora* apresentaram as maiores DIVMS nas distâncias D1 e D2, na época das águas; *P. guachapele*

e *M. artemisiana* nas distâncias D1, D2 e D3 na época das águas; *A. holosericea*, *Mimosa tenuiflora* e *M. artemisiana*, nas distâncias D1, D2 e D3 na época seca (Tabela 4).

Não houve diferença significativa na DIVMS do capim entre as espécies de leguminosas arbóreas nas duas épocas, porém ela foi em média 23,6 % maior no SSP que no SM, na época seca (Tabela 4). Allard et al. (1991) mostraram que em condições de sombra, as células do mesófilo foliar são mais espaçadamente arranjadas, com maior espaços intercelulares, quando comparadas com as de pleno sol, o que contribui para maior DIVMS. Isso reforça a hipótese da conservação da água no SSP ser um dos benefícios mais relevantes da arborização de pastagens na época seca (Carvalho et al., 2002).

Foram observadas correlações positivas entre DIVMS e PB ($R^2 = 0,73$; $p < 0,0086$). Esta correlação é concordante com a registrada por Paciullo et al. (2006) em *B. decumbens* em condições sombreadas.

Tabela 4. Digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
	%				
Época das águas					
<i>P. guachapele</i>	63,4 a A	63,4 a A	61,8 a A	55,9 a B	61,11 a
<i>A. holosericea</i>	67,3 a A	63,9 a A	59,6 a B	56,5 a B	61,8 a
<i>M. tenuiflora</i>	63,3 a A	64,3 a A	57,8 a B	54,6 a B	60,0 a
<i>M. artemisiana</i>	67,3 a A	66,2 a A	62,8 a A	56,8 a B	63,3 a
<i>B. brizantha</i>	61,7 a				
Época seca					
<i>P. guachapele</i>	54,9 b A	56,0 a A	59,1 a A	55,8 a A	56,4 a
<i>A. holosericea</i>	63,6 a A	59,5 a A	58,0 a A	52,8 a B	58,4 a
<i>M. tenuiflora</i>	64,0 a A	61,2 a A	60,9 a A	51,1 a B	59,3 a
<i>M. artemisiana</i>	62,5 a A	58,9 a A	55,5 a A	48,7 a B	56,4 a
<i>B. brizantha</i>	46,6 b				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas dentro de cada época, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Reys et al. (1999), observaram que a DIVMS de *Cynodon nlemfuensis* sob a copa de *Albizia saman* foi maior do que fora da influência da copa. O mesmo resultado foi encontrado por Carvalho et al. (2002), que observaram que a DIVMS do capim Marandu e outros cultivares de *P. maximum* (Aruana, Makueni e Mombaça), sob a copa de *A. macrocarpa*, foram maiores do que fora da área de influência da copa.

Fibra em detergente neutro (FDN) do capim no SSP não mostrou diferenças estatísticas entre as distâncias na *M. tenuiflora*, nas duas épocas, e nas espécies *P. guachapele* e *A. holosericea* na época seca. Na época das águas *P. guachapele* proporcionou maior teor de FDN no capim nas distâncias D1 e D4, enquanto *A. holosericea* foi nas distâncias D1, D2 e D4, *M. artemisiana* na distâncias D3 e D4 e na distância D4 na *M. tenuiflora* na época seca (Tabela 5).

Não foram observadas diferenças entre leguminosas no FDN do capim, tanto na época das águas como na seca no SSP, contudo na época seca o FDN do capim no SM foi 6,4 % maior que no SSP (Tabela 5). Esses dados são concordantes com dos Paciullo et al. (2007), que observaram maiores teores médios de FDN em *B. decumbens* no SM do que no SSP.

O maior teor de FDN em *B. decumbens* a pleno sol é consequência de maior disponibilidade de fotoassimilados, que resulta aumento na quantidade de tecido esclerenquimático, com maior número de células e paredes celulares espessas (Paciullo et al., 2006). Por outro lado, de acordo com Moraes et al. (2006), a redução de FDN de capim na sombra está relacionada ao maior conteúdo de proteína bruta na planta sombreada, enquanto Kephart et al. (1993) sugerem que o maior tamanho das células nas plantas sombreadas promove aumento no conteúdo celular e concentração de N, com conseqüente diluição de FDN, e ainda que, a baixa luminosidade reduz a disponibilidade de fotoassimilados.

Os teores de FDN entre 66,2 e 79,5 % são aceitáveis, de acordo com a tabela de composição de alimentos para bovinos (Valadares Filho, 2000). Portanto, os valores registrados na Tabela 5 são considerados aceitáveis, independente dos tratamentos relacionados às espécies arbóreas e épocas do ano.

Foi observada correlação negativa ($R^2 = -0,86$; $p < 0,0008$) entre FDN e DIVMS, coincidente com aqueles registrados por Bauer et al. (2008) para *Melinis minutiflora*, *Brachiaria decumbens*, *Hyparrhenia rufa* e *Imperata brasiliensis*.

Tabela 5. Fibra em detergente neutro (FDN) na matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
	%				
Época das águas					
<i>P. guachapele</i>	67,4 a A	64,5 b B	63,6 b B	68,9 a A	66,1 a
<i>A. holosericea</i>	68,1 a A	70,1 a A	64,6 b B	70,1 a A	68,2 a
<i>M. tenuiflora</i>	65,5 a A	66,8 a A	69,3 a A	68,5 a A	67,5 a
<i>M. artemisiana</i>	65,8 a B	63,3 b B	70,6 a A	69,5 a A	67,3 a
<i>B. brizantha</i>	65,0 a				
Época seca					
<i>P. guachapele</i>	69,9 a A	69,4 a A	69,2 a A	67,2 a A	68,9 b
<i>A. holosericea</i>	67,8 b A	71,9 a A	68,8 a A	72,1 a A	70,2 b
<i>M. tenuiflora</i>	64,0 b B	67,9 a B	67,6 a B	71,5 a A	67,7 b
<i>M. artemisiana</i>	67,0 b A	66,7 a A	68,1 a A	70,4 a A	68,0 b
<i>B. brizantha</i>	73,1 a				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas dentro de cada época, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Não foram encontradas diferenças entre os teores de fibra em detergente ácido (FDA) no capim no SSP entre as distâncias em todas quatro leguminosas na época das águas e na *P. guachapele* na época seca. Entretanto, na época seca *A. holosericea* proporcionou mais FDA no capim nas distâncias D3 e D4 e nas mimosas na distância D4 (Tabela 6).

Na média, as leguminosas no SSP não afetaram a FDA no capim, tanto na época das águas como na seca, e também não apresentaram valores diferentes dos registrados no SM. Sombreamento também não afetou FDA de *B. decumbens* cv. Basilisk e *Panicum maximum* cv. Colômbio, no entanto conduzido por Moraes et al., (2006).

Resultados de Nussio et al. (1998) e Paciullo et al. (2001 e 2007) de que o aumento do teor de fibra leva a uma queda nos valores da digestibilidade da matéria seca foram confirmados no presente estudo, onde foram observadas correlações negativas entre FDN e PB ($R^2 = -0,91$; $p < 0,0001$) e FDA DIVMS ($R^2 = -0,78$; $p < 0,0042$).

Tabela 6. Fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
	%				
	Época das águas				
<i>P. guachapele</i>	34,9 a A	34,9 a A	34,9 a A	37,5 a A	35,5 a
<i>A. holosericea</i>	33,9 a A	35,5 a A	35,8 a A	36,3 a A	35,4 a
<i>M. tenuiflora</i>	35,6 a A	35,0 a A	36,2 a A	36,4 a A	35,8 a
<i>M. artemisiana</i>	33,3 a A	33,9 a A	34,1 a A	36,0 a A	34,3 a
<i>B. brizantha</i>	35,5 a				
	Época seca				
<i>P. guachapele</i>	35,3 a A	37,3 a A	34,9 a A	35,6 b A	35,8 a
<i>A. holosericea</i>	34,3 a B	37,1 a A	34,5 a B	37,5 a A	35,9 a
<i>M. tenuiflora</i>	33,4 a B	34,4 a B	34,9 a B	38,5 a A	35,3 a
<i>M. artemisiana</i>	33,7 a B	36,2 a B	36,5 a B	40,1 a A	36,7 a
<i>B. brizantha</i>	36,8 a				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas dentro de cada época, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Segundo Valadares Filho (2000), os valores aceitáveis de FDA contidos na tabela de composição de alimentos estão na faixa de 35,5 e 43,5 %. Alguns dos valores encontrados no presente estudo para FDA no capim Marandu estão abaixo do limite inferior (35,5), mas próximos deste limite, porém nenhum valor foi observado acima de 43,5 %.

A lignina tem sido reconhecida como o principal componente químico a limitar a digestibilidade de forrageiras (Hatfield et al., 1999). O principal mecanismo de inibição parece ser por meio do impedimento físico do acesso ao centro de reação de constituintes potencialmente digestíveis, como a hemicelulose e a celulose, o que reduz a digestibilidade da forragem (Jung e Deetz, 1993).

Não foram observadas diferenças nos teores de lignina no capim entre as distâncias para cada leguminosa, em ambas épocas no SSP, exceto para *M. artemisiana* onde a distância D4 apresentou maior valor de lignina no capim (Tabela 7).

Teores médios de lignina no capim não foram afetados pelas leguminosas nas épocas das águas e seca no SSP. No entanto, na época seca o SM apresentou 14,1 % mais lignina no capim que no SSP (Tabela 6). Estes resultados concordaram com os observados por Moraes et al., (2006) que também não afetou teores de lignina em *B. decumbens* cv Basilisk.

Os teores de lignina do capim Marandu no presente estudo correlacionaram negativamente com os valores de proteína bruta ($R^2 = -0,62$; $p < 0,0257$) e com DIVMS ($R^2 = -0,64$; $p < 0,0228$).

Segundo Valadares Filho (2000) e NRC (2001), os valores aceitáveis para lignina estão na faixa 4,3 a 5,9 %, assim os valores de lignina na Tabela 7 estão muito acima do limite superior desta faixa.

Tabela 7. Teores de lignina em permanganato de potássio na matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
	%				
Época das águas					
<i>P. guachapele</i>	8,2 a A	8,5 a A	9,2 a A	9,2 a A	8,8 a
<i>A. holosericea</i>	8,6 a A	8,1 a A	9,6 a A	8,9 a A	8,8 a
<i>M. tenuiflora</i>	8,3 a A	8,3 a A	8,4 a A	9,2 a A	8,6 a
<i>M. artemisiana</i>	7,9 a B	8,4 a B	8,7 a B	9,9 a A	8,7 a
<i>B. brizantha</i>	9,1 a				
Época seca					
<i>P. guachapele</i>	8,2 b A	8,6 a A	8,1 a A	9,0 a A	8,5 b
<i>A. holosericea</i>	8,8 a A	9,0 a A	8,0 a A	8,7 a A	8,6 b
<i>M. tenuiflora</i>	7,5 b A	8,1 a A	8,3 a A	9,1 a A	8,3 b
<i>M. artemisiana</i>	8,2 b A	8,7 a A	8,7 a A	9,6 a A	8,8 b
<i>B. brizantha</i>	9,7 a				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas dentro de cada época, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Os teores de proteína bruta e digestibilidade “in vitro” da matéria seca no SSP foram, respectivamente 43 e 24 % maiores que no monocultivo na época seca e na mesma época o capim apresentou, respectivamente 6 e 14 % mais fibra em detergente neutro e lignina, no monocultivo do que no sistema silvipastoril.

3.6 CONCLUSÕES

A utilização de leguminosas arbóreas dispersas em pastagens influencia positivamente o rendimento e a qualidade da massa seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, principalmente na época seca do ano.

As espécies de leguminosas arbóreas *A. holosericea*, *P. guachapele*, *M. artemisiana* e a *M. tenuiflora* se constituem, portanto, em um importante fator de melhoria da qualidade da forragem, quando dispersas na pastagem.

**4 CAPÍTULO II: EFEITO DA ARBORIZAÇÃO COM LEGUMINOSAS
NA INCIDÊNCIA DE LUZ E NA FAUNA EDÁFICA E NA
FERTILIDADE DO SOLO DE PASTAGEM DE *Brachiaria brizantha* CV.
MARANDU**

4.1 RESUMO

A introdução das árvores na pastagem, seguramente afeta outras características do sistema solo-planta-animal, que não somente a produção da forragem ou o ganho de peso animal. Visando estudar os efeitos das espécies utilizadas para arborização utilizou-se um radiômetro para determinar a radiação incidente dentro e fora da área de influência da copa das árvores. Esta medida foi tomada às 9:00, 12:00 e 15:00 horas usando como unidade $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ fótons. As medições foram realizadas em fevereiro e julho de 2007. Para avaliar a fauna edáfica foi utilizado o método TSBF nas profundidades de 0 – 10 cm, 10 – 20 cm e 20 – 30 cm. Realizou-se uma amostragem, na pastagem sem a influência da projeção da copa das árvores, como testemunha, para efeito de comparação. A identificação da fauna foi realizada utilizando-se uma lupa e classificada em nível de grandes grupos taxonômicos. Foram avaliados os parâmetros de densidade (número de indivíduos por m^2), n ° de indivíduos, Índice de Shannon e a riqueza média e total para cada tratamento. As amostragens de fauna do solo foram feitas na época chuvosa (dezembro de 2006) e na época seca (julho de 2007). Avaliou-se a fertilidade do solo na profundidade de 0-10 cm e foi realizada em fevereiro de 2007, após 6 anos do plantio das árvores. Para análise estatística da radiação solar e da fertilidade do solo utilizou-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Utilizou-se análise de componentes principais para avaliar a similaridade entre os tratamentos em relação à distribuição de grupos faunísticos. As áreas sob a copa das árvores apresentaram menores níveis de incidência de luz e observaram-se maiores densidades e riqueza de grupos de fauna nas áreas sob a copa de leguminosas arbóreas do que no pasto sem árvores. Concluiu-se que as árvores favorecem a fauna do solo aumentando sua densidade principalmente no inverno.

Palavras-chave: Macrofauna. Silvipastoril. Diversidade de fauna. Fertilidade do solo.

4.2 ABSTRACT

The introduction of trees in pastures, certainly affects other characteristics of the soil-plant-animal system, besides the fodder production and the animal weight gain. To evaluate the effects of species used for forestation a radiometer was used to determine the incident radiation inside and outside the tree canopy influence area. This measure was taken at 9:00, 12:00 and 15:00 hours and it was expressed in terms of $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{2-1}$ photons. Measurements were taken in February and July, 2007. To assess the soil fauna the TFBF method was used at soil depths of 0 - 10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm. Samples were taken in the pasture without the influence of the tree canopy projection, for comparison purposes. The fauna identification was made with a binocular microscope and the animals were classified according to the major taxonomic group level. The parameters evaluated were: density (number of individuals per m^2), number of individuals, Shannon index, and average and total richness for each treatment. The soil fauna samples were taken in the rainy season (December, 2006) and in the dry season (July, 2007). Soil fertility at the depth of 0-10 cm was evaluated in samples taken in February 2007, 6 years after the tree planting. For statistical analysis of solar radiation and soil fertility it was used the Scott-Knott test at 5% probability. The principal components analysis was applied to assess similarity on the distribution of fauna groups between treatments. The areas under the tree canopies showed lowest light incidence, and it was observed a higher fauna group richness and density in the areas under the canopy of leguminous trees than in the pasture without trees. It was concluded that the trees favored soil fauna by increasing its density, mainly in the winter.

Key words: Macrofauna. Tree-grass system. Fauna diversity. Soil fertility.

4.3 INTRODUÇÃO

A introdução de leguminosas arbóreas apresenta grande potencial para o suprimento e a manutenção da qualidade nutricional da forragem (Carvalho et al., 2001). No entanto, tornam-se necessários estudos mais aprofundados que possibilitem o entendimento de como e em que intensidade, diferentes espécies de árvores afetam a radiação solar incidente nas plantas de braquiária, a temperatura, a umidade do solo e a macrofauna edáfica, culminando na influência em características químicas do solo.

Na natureza, a luz, a água, a temperatura e as condições edáficas são elementos do meio ambiente que influenciam no desenvolvimento sucessional da vegetação, afetando o vigor das plantas, o crescimento e vida de organismos no solo (Carvalho et al., 1995; Correia e Oliveira, 2000; Carneiro, 2001). Em pastagens consorciadas com árvores sobre o nível dessa influência é pouco conhecido.

Em sistemas silvipastoris, a utilização de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas proporciona um ambiente estratificado, onde a sobreposição de determinadas plantas por outras de menor porte pode interferir na quantidade de luz radiante até o dossel das gramíneas.

Assim, cada espécie vegetal usa como estratégia de sobrevivência a adaptação às condições em que se encontram. Porém, plantas que não possuem alternativas de adaptação não se desenvolvem sendo dominadas por aquelas mais adaptadas. A avaliação desses fatores é o que se propõe nesse capítulo.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Radiação solar sob a copa das árvores

Visando estudar os efeitos das espécies utilizadas para arborização sobre a pastagem a radiação incidente da área, abaixo da copa das árvores e fora dessa influência foi medida com auxílio de um radiômetro, é sabido que a conformação da copa e o tamanho, a posição e a densidade das folhas, podem influenciar diretamente neste parâmetro, sendo assim, essa avaliação se fez fundamental para buscar possíveis explicações para a produção de forragem do capim braquiária sob a área de influência da copa dessas árvores.

Esta medida foi tomada em três horários do dia: 9:00; 12:00 e 15:00 horas, na ocasião dos estudos de ambiência e comportamento animal apresentados no capítulo III. Tentando homogeneizar a comparação entre as espécies, procurou-se amostrar a radiação em dias de céu claro. Para medição da radiação solar foi utilizado um saldo-radiômetro Phillip Schenk, com unidade em $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^2$ fótons.

As medições foram realizadas a um metro de altura do solo, em fevereiro e julho de 2007, durante 5 dias em cada mês, juntamente com o estudo de ambiência e comportamento animal. Com esses resultados foi possível inferir sobre a influência das árvores na quantidade de luz que chega até a braquiária sob a copa das diferentes espécies arbóreas e na área a pleno sol.



Figura 2. Medição da radiação solar utilizando-se o radiômetro.

4.4.2 Identificação e quantificação da fauna do solo sob a copa das árvores e no monocultivo

A introdução das árvores na pastagem pode afetar outras características do sistema produtivo, que não somente a produção da forragem ou o ganho de peso animal. Outros parâmetros como a temperatura, umidade do solo e a população de fauna do solo, possivelmente devam sofrer algum tipo de influência. Neste trabalho, a população que representa a macrofauna do solo foi amostrada utilizando-se um quadrado de 25 x 25 cm, onde as camadas coletadas foram de 0 – 10 cm, 10 – 20 cm e 20 – 30 cm. A extração dos animais foi realizada logo após a coleta do material no campo. Durante a extração, o solo foi

colocado numa bandeja e, com auxílio de uma pinça, foram retirados todos os animais visíveis (minhocas, formigas, lacraias, etc.), os quais foram colocados em potes contendo álcool 70 %. As amostragens foram realizadas na metade da projeção da copa das leguminosas arbóreas, perfazendo um total de 8 repetições nas espécies arbóreas estudadas. Realizou-se uma amostragem na pastagem, sem a influência da projeção da copa das árvores, como testemunha, para efeito de comparação. A identificação foi realizada em lupa binocular e se deu em nível de grandes grupos taxonômicos e densidade (número de indivíduos por m²).

De posse desses valores foi determinado o n^o de indivíduos, Índice de Shannon e a riqueza média e total para cada tratamento.

As amostragens de fauna do solo foram realizadas na época chuvosa (dezembro de 2006) e na época seca (julho de 2007).

4.4.3 Determinação das características químicas do solo

As amostragens de solo (0-10 cm), para determinação das características químicas, foram realizadas nos mesmos pontos de amostragem da forragem, em fevereiro de 2007, após 6 anos do plantio das árvores. Após a coleta do solo, esse material foi encaminhado para o Laboratório de Análises de Solo da Embrapa Agrobiologia. Os parâmetros químicos avaliados foram: C-org, matéria orgânica, N-total, P, Ca, Mg, Al, K⁺, pH, de acordo com metodologia Silva (1999). As amostras foram realizadas na metade do raio de projeção da copa das árvores.

Com os resultados desse capítulo pretendeu-se buscar o entendimento dos fatores que mais afetam a dinâmica de nutrientes e conseqüentemente a produção e qualidade da forragem de braquiária em sistemas silvipastoris e, assim, contribuir para o maior entendimento do papel das árvores nesse sistema.

4.4.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições. A unidade experimental foi constituída de uma árvore de cada espécie de leguminosa arbórea (parcelas), onde a amostragem foi realizada na metade da projeção da copa de cada árvore.

Os resultados foram analisados utilizando-se o Software estatístico SISVAR (Ferreira, 2003), constando de análise da variância e aplicação do teste F. Para variáveis nas quais o teste foi significativo, foram comparadas as médias dos tratamentos pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

Foi utilizada, também, a análise de componentes principais para avaliação da similaridade de grupos de fauna.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Radiação solar

Na Tabela 8 observam-se os valores de intensidade e qualidade de luz através da copa das espécies arbóreas comparadas com uma área de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em monocultivo nas épocas do verão e do inverno.

Tabela 8. Radiação solar sob a copa de espécies de leguminosas arbóreas dispersas na pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Hora/Espécies	P. guachapele	A. holosericea	M. tenuiflora	M. artemisiana	B. brizantha
$\mu\text{mol f\acute{o}tons s}^{-1} \text{cm}^{-2}$					
Verão					
9 hs	291,0 a B	202,0 a C	186,4 a C	226,4 c B	818,0 a A
12 hs	256,0 a B	256,5 a B	245,8 a B	489,5 a A	489,5 b A
15 hs	322,5 a B	259,4 a B	277,5 a B	370,4 b B	819,2 a A
média dia	289,8 C	239,3 C	236,6 C	362,1 B	708,9 A
Inverno					
9 hs	309,7 a C	223,2 a C	176,6 a C	356,5 a B	498,7 b A
12 hs	335,9 a B	228,7 a B	178,0 a B	396,9 a B	679,9 a A
15 hs	150,6 b B	100,1 b B	64,2 b B	161,0 b B	295,7 c A
média dia	265,4 B	184,0 C	139,6 C	304,8 B	491,4 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

A Tabela 8 demonstra que as diferentes espécies arbóreas influenciaram na redução da incidência da luz solar que chega até o dossel do capim.

Nas épocas do verão e do inverno observou-se que as árvores influenciaram na incidência de raios solares e variaram de 50% a 60% a menos que os valores observados na pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu a pleno a sol.

Ainda nas duas épocas, a presença das árvores promoveu menor incidência de luz nos horários de 9 e 12 horas apresentando maiores valores às 15 horas, principalmente no verão, época de maior incidência de luz.

A radiação solar sob a copa na *M. artemisiana* apresentou diferença significativa entre os horários na época do verão, porém no inverno esses valores foram maiores às 9 e 12 horas. Entre todas as espécies utilizadas a *Mimosa artemisiana* foi a que permitiu a maior passagem de luz sobre seu dossel. Esse resultado pode ser justificado devido ao pequeno tamanho de suas folhas e a formação de sua copa, considerada pouco densa, quando comparada às demais espécies. Poucos são os estudos na literatura que avaliam a influência das espécies aqui trabalhadas na arborização de pastagens de forma dispersa.

Mas em outros arranjos na distribuição de árvores em pastagens alguns autores avaliaram a influência da sombra natural das árvores, mostrando que há de se considerar também a adição de nutrientes no sistema, via deposição de biomassa das árvores e aquisição de nutrientes do solo, onde diversas informações indicam o enriquecimento do solo de

pastagens em áreas sob a influência das copas das árvores (Carvalho et al., 2001) mostrando a importância do estudo da radiação solar para favorecer o sistema.

Nas plantas terrestres a composição dos pigmentos nos cloroplastos pode mudar em função do espectro de radiação. A aptidão da planta em compensar às mudanças da radiação por meio dos seus pigmentos não é somente uma vantagem ecológica, mas também tem valor para agricultura, como por exemplo, plantas que crescem sob condições artificiais de luz (Larcher, 2004).

Os ecossistemas de pastagem são caracterizados por apresentar uma dominância de gramíneas (plantas de metabolismo C_4), ou seja, que necessitam de maior quantidade de luz para fixação de CO_2 . Em regiões tropicais e subtropicais é evidente que as árvores são necessárias para melhorar a produção, a qualidade e a sustentabilidade das pastagens (Lambert & Clark, 2005). Já as plantas arbóreas utilizadas em consórcio com gramíneas em pastagens apresentam o metabolismo C_3 para fixação de carbono.

A maioria dos processos biológicos influenciados pela luz, tanto para animais como para plantas, ocorre na faixa de espectro denominada luz visível, o qual varia de 400 a 700 nm. Em plântulas de espécies arbóreas, estudos demonstraram que, pelo menos no estado inicial, a morfologia desempenha funções determinantes nos processos de desenvolvimento e estabelecimento de plântulas (Ressel et al., 2004). Dessa forma, a principal fonte de energia para a fotossíntese se encontra nos intervalos da luz visível e os efeitos desta faixa do espectro podem ser observados também na fotomorfogênese. Alguns pigmentos envolvidos na percepção de sinais de luz possuem seu pico de absorção em comprimentos de onda abaixo de 400 nm e acima de 700 nm. Certos pigmentos são moléculas semelhantes as da clorofila, mas que se adapta a situação do ambiente independente da fotossíntese. E para a produção das pastagens, considerando a intercessão da radiação solar, poderá reduzir a sua capacidade produtiva. No entanto Karlin e Airsa (1982) relatam que quando o componente arbóreo não é muito denso, permitindo que a radiação solar penetre pela copa, as gramíneas existentes sob esse dossel mantêm por mais tempo seus níveis de proteína e maior digestibilidade do que as plantas que estão fora da influência daquela vegetação. Em sistemas com diferentes espécies, a competição por luz só passa a ser relevante quando o suprimento de água e nutrientes não é limitante, favorecendo as árvores na competição por luz, ficando a produção da vegetação herbácea sujeita a densidade do componente arbóreo e a sua adaptação fisiológica à baixa intensidade de luz (Veiga e Serrão, 1990). Em trabalhos realizados com milho inoculado além da temperatura a influência das intensidades de luz mais elevadas 2.400 a 3.000 fótons aumentou-se a produção de matéria seca, que é um comportamento esperado em plantas de ciclo fotossintético C_4 . (Albrecht et al., 1977).

A intensidade de luz pode ser considerada o fator ambiental mais limitante na dinâmica de perfilhamento em gramíneas, posto que a maioria das espécies, as maiores intensidades luminosas favoreceram o perfilhamento (Langer, 1979). O nível de radiação solar incidente é assim, um fator ambiental de importância e quando em altos níveis, a radiação solar estimula o perfilho, ao passo que em baixos níveis de crescimento das gemas axilares e basais é reduzido (Carvalho et al., 2000).

Dessa forma fica provado que a incidência de luz é um fator importante para o crescimento de plantas utilizadas em pastagens e tornam-se necessários mais estudos sobre a tolerância das plantas ao sombreamento, uma vez que em regiões tropicais são utilizadas plantas de via fotossintética C_4 .

4.5.2 Fauna do solo

Na Tabela 9 são apresentados os valores para densidade e riqueza média da macrofauna do solo em pastagens cultivadas com leguminosas arbóreas e com *B. brizantha* em monocultivo.

Quanto à diversidade da macrofauna observou-se que sob as copas das leguminosas arbóreas encontraram-se os maiores valores para densidade e riqueza quando comparados a pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu em monocultivo na época do verão.

Tabela 9. Densidade de fauna do solo e riqueza média de espécies sob a copa de leguminosas arbóreas e do pasto em monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em duas épocas do ano

Tratamentos	Densidade		Riqueza média	
	verão	inverno	verão	inverno
	indivíduos por m ⁻²		número de grupos identificados	
<i>A. holosericea</i>	766,00 ± 112,06 a	1984 ± 984,70 a	7,00 a	8,75 a
<i>M. artemisiana</i>	1382,00 ± 563,11 a	1776 ± 359,25 a	7,63 a	7,88 a
<i>M. tenuiflora</i>	1062,00 ± 262,00 a	988 ± 207,62 a	6,13 a	7,63 a
<i>P. guachapele</i>	478,00 ± 66,90 b	886 ± 158,71 a	6,13 a	7,50 a
Monocultivo	344,00 ± 45,56 b	1598 ± 915,38 a	4,63 a	6,75 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Ainda no verão, a densidade da macrofauna diferenciou-se significativamente sob as copas da *M. artemisiana*, *M. tenuiflora* e *A. holosericea*, quando comparado ao pasto sem árvore. Já em relação ao inverno, não houve diferença significativa entre os tratamentos e as populações foram maiores do que no verão. Esse comportamento pode ser atribuído ao manejo regido nas áreas estudadas, onde a primeira avaliação (verão), em dezembro de 2006, foi realizada 6 meses após a queimada acidental, verificando-se a falta de serapilheira. Já na avaliação de inverno com aproximadamente 12 meses após a queimada, havia maior disponibilidade de serapilheira derivada da queda de folhas das árvores e da gramínea. A serapilheira não foi quantificada neste trabalho.

A riqueza média não diferiu tanto no verão quanto no inverno, porém os valores foram maiores na época mais seca e de menor radiação solar. O aumento do número de indivíduos e da riqueza média no inverno pode ser atribuído a maior estabilidade do sistema, após 12 meses da ocorrência da queimada, mas também ao microclima proporcionado pelas árvores no período em que houve menor precipitação pluviométrica, favorecido, também, pela sombra sob suas copas, que certamente contribuiu para a maior conservação da umidade no local.

Dias et al., (2007a) também avaliaram fauna do solo sob árvores de Orelha-de-macaco, Jacarandá-da-baía e Angico-canjiquinha e verificaram maior número de indivíduos na pastagem de capim survenola, porém nesse último encontrou-se menor diversidade e menores valores para riqueza média. Em outro trabalho Dias et al., (2007b) avaliaram a macrofauna do solo em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu, em monocultivo e sob a copa de espécies de leguminosas arbóreas, obtendo maior densidade de indivíduos no solo sob a copa de *Enterolobium contortisiliquum* e *Mimosa tenuiflora* do que os valores encontrados na pastagem apenas com o capim Marandu.

O resultado desses autores converge para os aqui obtidos e sugerem que a distribuição das árvores na pastagem influencia fortemente a biodiversidade como um todo, essa situação

deve ser considerada no benefício que as árvores em pastagens produzem ao sistema solo-planta-animal.

O sistema solo-serapilheira é o habitat natural para grande variedade de organismos, que diferem em tamanho e metabolismo, responsável por inúmeras funções. Contudo, o monitoramento dos grupos de fauna no sistema permite não apenas uma inferência sobre a funcionalidade desses organismos, mas também uma indicação simples da complexidade ecológica dessas comunidades. Assim de acordo com Moço, et al., 2005 as coberturas de floresta natural, preservadas e não preservadas mostraram valores de riqueza e densidade de fauna superiores aos plantios de eucaliptos e pastagens, tanto no solo como na serapilheira em épocas distintas, sendo no verão verificadas maiores diferenças.

Para melhor entendimento da dinâmica da macrofauna do solo é necessário avaliar os índices de diversidade dessa variável para verificar qual ambiente favorece mais esses invertebrados proporcionando maior resiliência ao micro ambiente. Na Tabela 10 encontram-se os índices de diversidade observados sob a copa das árvores dispersas na pastagem e na área cultivada com *B. brizantha* cv. Marandu em monocultivo.

Tabela 10. Índice de Shannon e Índice de Pielou sob a copa de leguminosas arbóreas e do pasto em monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em duas épocas do ano

Tratamentos	Índice de Shannon		Índice de Pielou	
	verão	inverno	verão	inverno
<i>A. holosericea</i>	2,90	1,37	0,71	0,33
<i>M. artemisiana</i>	2,56	2,14	0,64	0,55
<i>M. tenuiflora</i>	2,01	2,71	0,54	0,73
<i>P. guachapele</i>	2,31	2,56	0,61	0,67
Monocultivo	2,15	1,83	0,55	0,48

No verão, observou-se que os índices de Shannon apresentaram-se maiores sob as copas da *A. holosericea*, *M. artemisiana* e *P. guachapele* do que na pastagem em monocultivo e sob a copa da *M. tenuiflora*. Já no inverno, os valores foram maiores sob as copas de *M. artemisiana*, *P. guachapele* e *M. tenuiflora*.

No inverno, caracterizado pela época mais seca do ano para a Região Sudeste, os maiores índices de Shannon e de Pielou (Tabela 10) foram obtidos sob a copa da *M. artemisiana*, *M. tenuiflora* e *P. guachapele*, superando os valores encontrados no pasto sem árvores.

Em relação ao índice de Pielou, no verão, observou-se maior dominância de grupos nas áreas sob as copas das espécies arbóreas do que no pasto em monocultivo. Já no inverno a maior dominância foi encontrada sob a copa da *M. tenuiflora*, sendo que sob a *A. holosericea* e nas áreas fora da influência das árvores esses valores apresentaram menor dominância de grupos.

Dias et al., (2007a e b) também encontraram maior dominância de grupos no pasto em monocultivo com o capim Survenola e no capim Marandu, confirmando o mesmo comportamento para a fauna edáfica em pastagens utilizando-se árvores da família das leguminosas dispersas na pastagem. Já Moço et al., 2005 verificaram que os índices de equabilidade foram diferentes nas épocas, porém estáveis em áreas de floresta do que em áreas de pastagem.

Dessa forma é evidenciada a influência das árvores nos organismos invertebrados do solo, neste caso, na macrofauna edáfica, proporcionando melhores condições para o

desenvolvimento de populações com funções específicas que podem beneficiar a fertilidade do solo.

Na Figura 3, são observadas as frequências de grupos de macrofauna sob a copa de árvores na pastagem e no solo de uma área cultivada com *B. brizantha* cv. Marandu, em monocultivo, na época do verão.

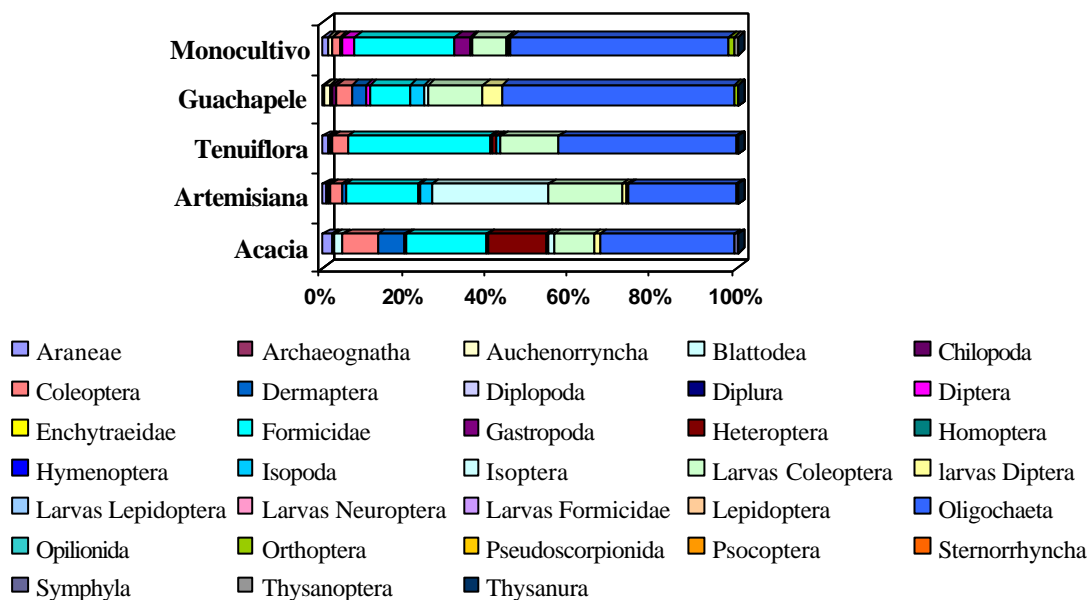


Figura 3. Distribuição dos grupos faunísticos identificados no solo sob a copa das leguminosas arbóreas e no pasto em monocultivo na época do verão

Os grupos faunísticos (Figura 3) Oligochaeta, larva de coleópteros, Formicidae e larva de Diptera foram identificados nos solos no sistema silvipastoril e na pastagem sem influência das árvores com maiores frequências em relação aos demais grupos, sendo encontrados resultados semelhantes em estudos realizados por Jardeveski et al., (2005) e Dias et al., (2007) e mantém suas funções de saprófagos e predadores.

Observou-se que o grupo formicidae, predadores na sua maioria, foi maior sob a copa da *M. tenuiflora* e na pastagem em monocultivo. Já o grupo Isopoda foi observado sob a copa da *M. artemisiana* e da *P. guachapele*.

Os grupos faunísticos possuem funções e hábitos diferenciados de acordo com a sua função no sistema. As minhocas particularmente são conhecidas por diminuir a densidade do solo e aumentar a sua porosidade. Em estudos realizados por Jardevesk & Porfírio-da-Silva, 2005, observou-se que nas amostragens próximas as copas das árvores apresentaram maior porção de casulos e minhocas, ocorrendo o contrário em pastagens sem a presença do componente arbóreo.

A cobertura do solo exerce efeito importante sobre a macrofauna do solo, influenciando até mesmo os grupos taxonômicos que são capazes de colonizar o solo (Barros et al., 2003), determinando as funções que a fauna exercerá nos processos físicos, químicos e biológicos do solo. Blanchart et al.. (2004) constataram que a atividade de minhocas proporcionou um aumento na estabilidade de agregados do solo em pastagens. Porém, Barros et al. (2001) observaram desestabilização em pastagem na Amazônia, onde houve a compactação superficial do solo, devido ao acúmulo excessivo de cropólitos em superfície.

Na Figura 4, são observadas as frequências de grupos de macrofauna sob a copa de árvores na pastagem e no solo de uma pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu, em monocultivo, na época do inverno.

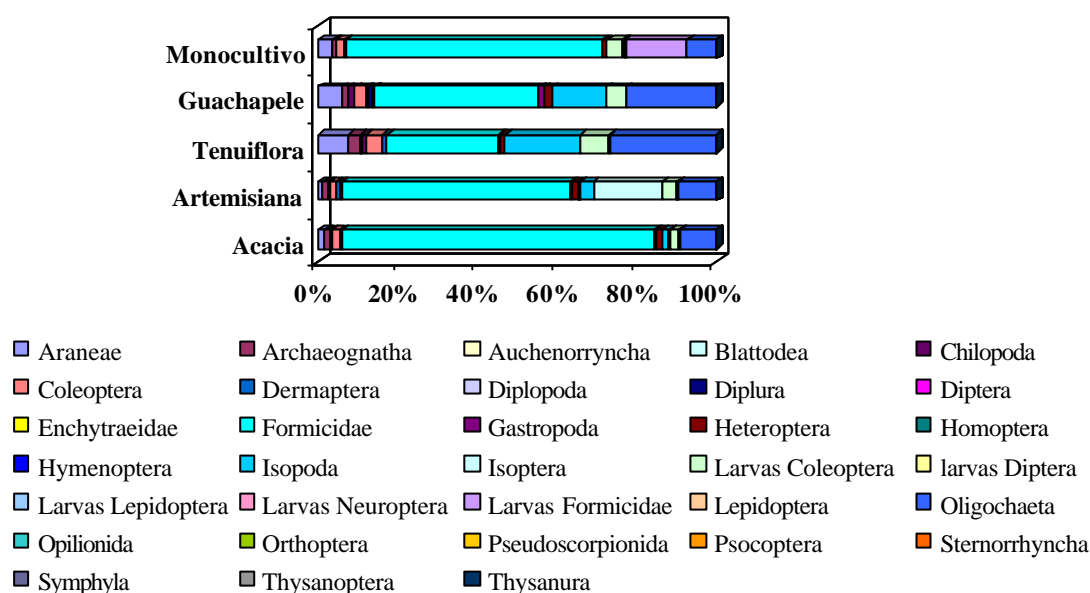


Figura 4. Distribuição dos grupos faunísticos identificados no solo sob a copa das leguminosas arbóreas e no pasto em monocultivo na época do inverno.

No inverno (Figura 4), o grupo Formicidae apresentou maior frequência nos solos sob as copas das árvores, ocorrendo o mesmo no monocultivo. Já no grupo Díptera também foi observado em todos os tratamentos, no entanto, foi mais frequente sob as copas da *M. tenuiflora* e *P. guachapele*. As larvas de Formicidae foram identificadas no solo da pastagem sem influência das árvores e somente no inverno.

Em relação às camadas dos solos (Figuras 5 e 6), observou-se maior densidade de indivíduos na profundidade de 0-10 cm, tanto no verão como no inverno.

O microclima influencia a composição da comunidade da macrofauna do solo, onde indivíduos como as Oligochaetas procuram ambientes mais úmidos, normalmente proporcionados pelas árvores (Daunger et al., 2005).

Vale ressaltar que as árvores favorecem as áreas de influência de suas copas, proporcionando menor incidência de raios solares e a manutenção da temperatura com menores variações ao longo do dia, o que aliado à deposição de nutrientes via serrapilheira, lavagem de copa e mortalidade do sistema radicular deve criar um ambiente de maior abundância nutricional que a pastagem em monocultivo.

Na Figura 5, são apresentadas as frequências de indivíduos nas camadas do solo analisadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade, na época do verão.

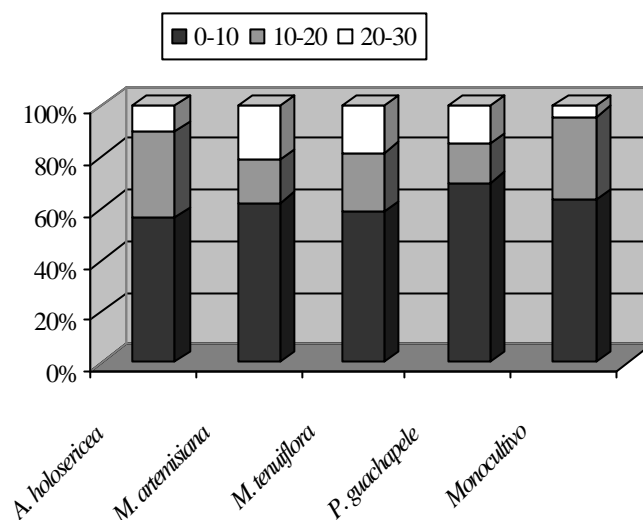


Figura 5. Frequência de indivíduos nas diferentes profundidades do solo na época do verão.

Na época do verão a maior frequência de indivíduos foi observada na camada 0-10 cm, apresentando em torno de 60%. Já no inverno esses valores foram superiores, variando de 65% a 80% dos indivíduos nessa camada.

Na Figura 6 são apresentadas às frequências de indivíduos nas camadas do solo, analisadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade, na época do inverno.

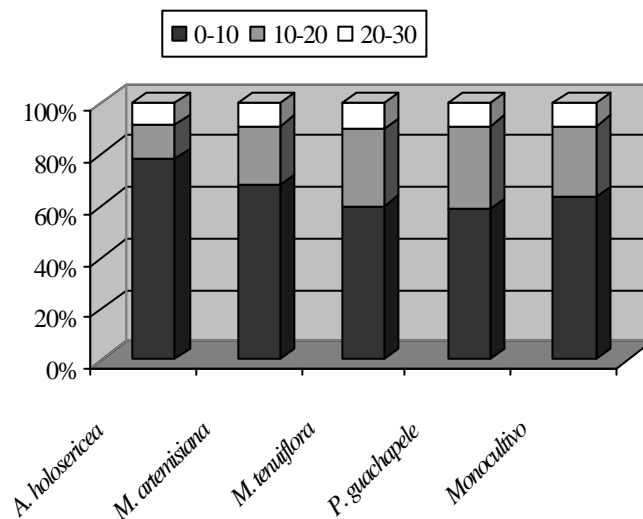


Figura 6. Frequência de indivíduos nas diferentes profundidades do solo, na época do inverno.

Foram utilizados os resultados de densidade de grupos da macrofauna do solo como variáveis para a análise de componentes principais, conforme o diagrama de ordenamento na Figura 7.

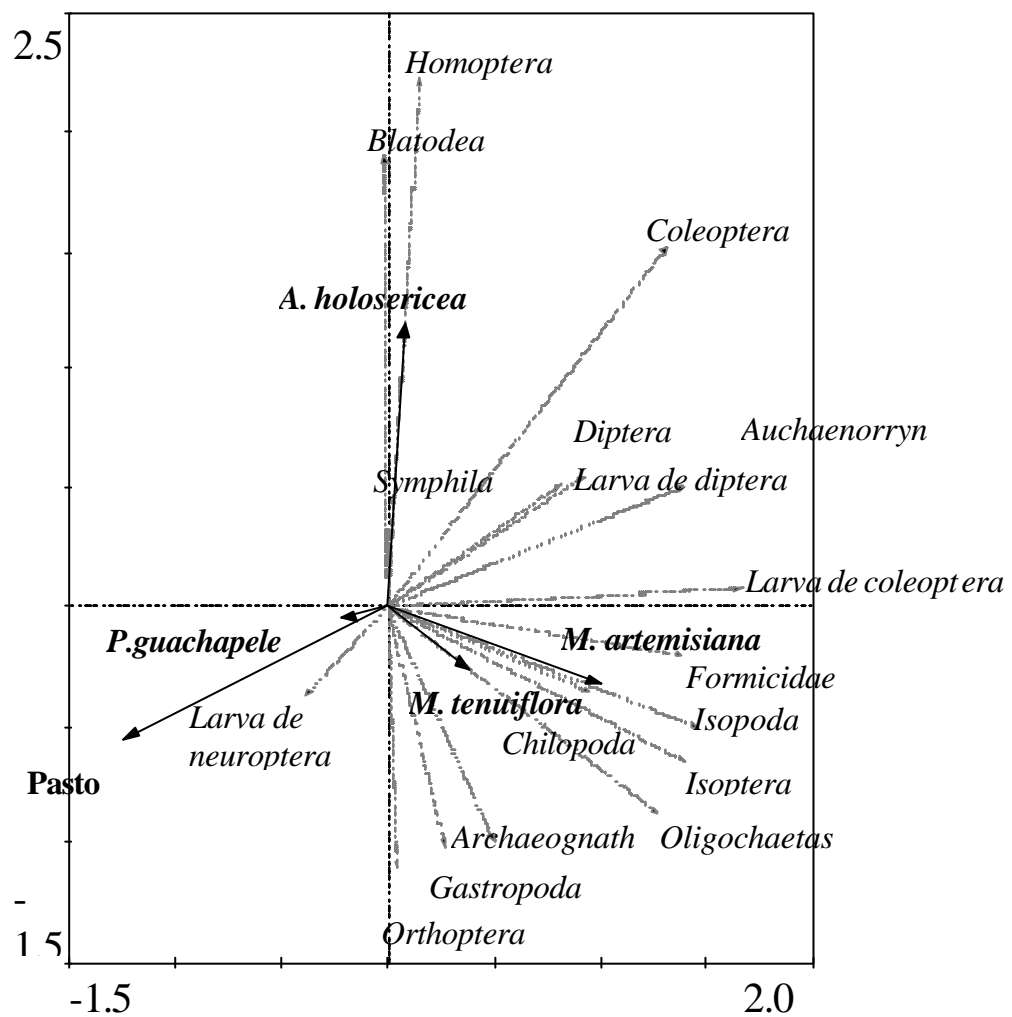


Figura 7. Diagrama de ordenamento a partir da análise de componentes principais através da densidade de grupos taxonômicos da macrofauna do solo para caracterização dos ambientes sob a copa de leguminosas arbóreas e da pastagem em monocultivo na época do verão.

Observou-se que, na época do verão, a espécie de leguminosa arbórea *A. holosericea* esteve ligada positivamente aos grupos Blatodea, Symphila, Coleoptera, Larva Diptera, Auchenorrhyncha e Larva Diptera. Estes grupos são predadores e saprófagos nas suas funções no sistema.

Ao se observar o diagrama verificou-se que o grupo de larva de Neuroptera esteve associado à pastagem em monocultivo e ao solo sob a copa da *P. guachapele*, indicando que este grupo foi favorecido pelo microclima oferecido pelos referidos tratamentos. O mesmo fato ocorreu para os grupos Formicidae, Isopoda, Isoptera, Chilopoda, Oligochaetas, Archaeognatha, Gastropoda e Orthoptera associados ao solo sob as copas da *M. tenuiflora* e *M. artemisiana*.

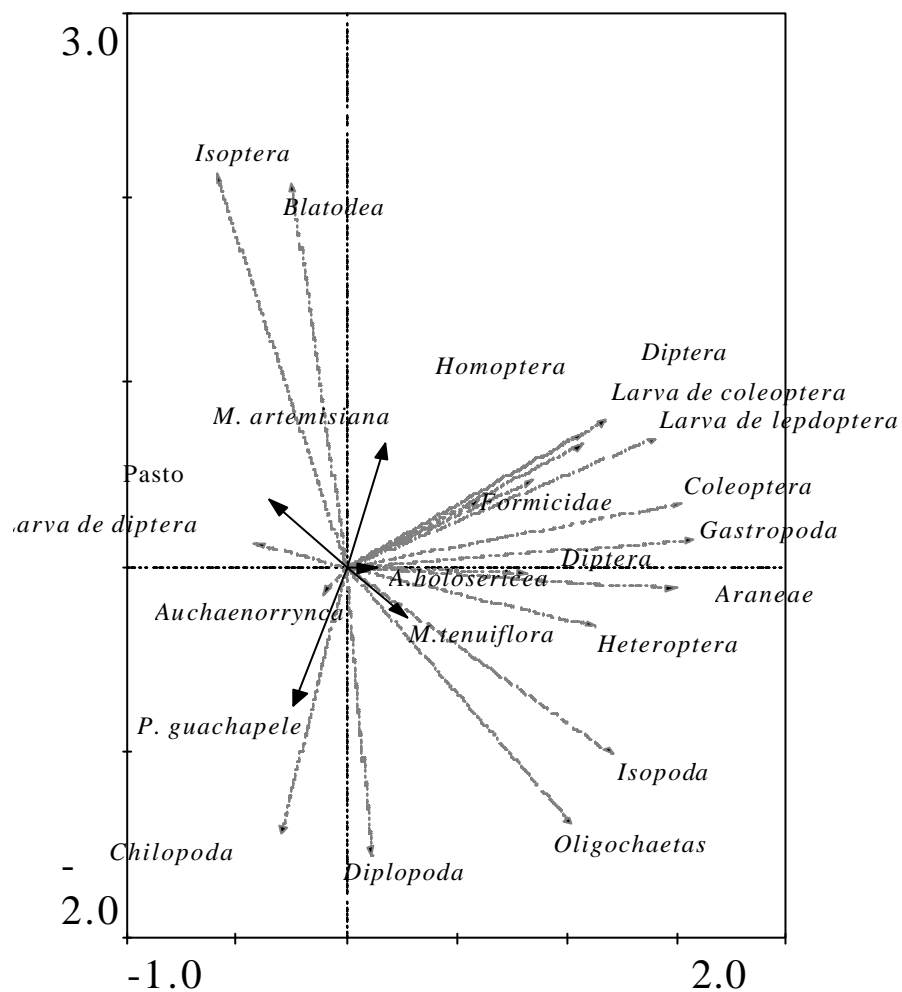


Figura 8. Diagrama de ordenamento a partir da análise de componentes principais através da densidade de grupos taxonômicos da macrofauna do solo para caracterização dos ambientes sob a copa de leguminosas arbóreas e da pastagem em monocultivo na época do inverno.

Em relação a época do inverno (Figura 8), a espécie de leguminosa arbórea *A. holosericea* e *M. tenuiflora* estiveram associadas positivamente aos grupos Isopoda, Oligochaeta, Diplura e Archaeognatha. Ao observar o diagrama, verificou-se que os grupos de Diptera, Homoptera, Larva de Lepdoptera, Araneae, Formicidae, Coleoptera, Gastropoda e Diplopoda estiveram associados ao solo sob a copa da *M. artemisiana*, indicando que estes grupos foram favorecidos pelo microclima oferecido pela respectiva espécie de árvore. Os referidos grupos são saprófagos e predadores, a exceção do grupo Homóptera que não possui uma função definida no ecossistema. Vale ressaltar que os grupos Chilopoda e Archaeognatha associaram-se ao solo sob a copa da *P. guachapele*. Já o monocultivo esteve associado aos grupos Isoptera, Blatodea e larvas de Díptera. Resultados semelhantes foram encontrados por Dias et al., (2007b) para *P. guachapele*.

Considerando-se as duas épocas (Figura 9) verão e inverno, na Figura 10, verificou-se que determinados grupos faunísticos foram favorecidos pela estação das chuvas como: Auchenorrhyncha, Larva de Díptera, Isopoda, Díptera a e Symphyla. Já para época do inverno,

esta associação se deu para os grupos de larva de Lepdoptera, Homoptera, Archaeognatha, Araneae e Diplopoda, e mais uma vez observou-se a presença de larva de Coleoptera nos solos do pasto em monocultivo e sob a copa da *P. guachapele*.

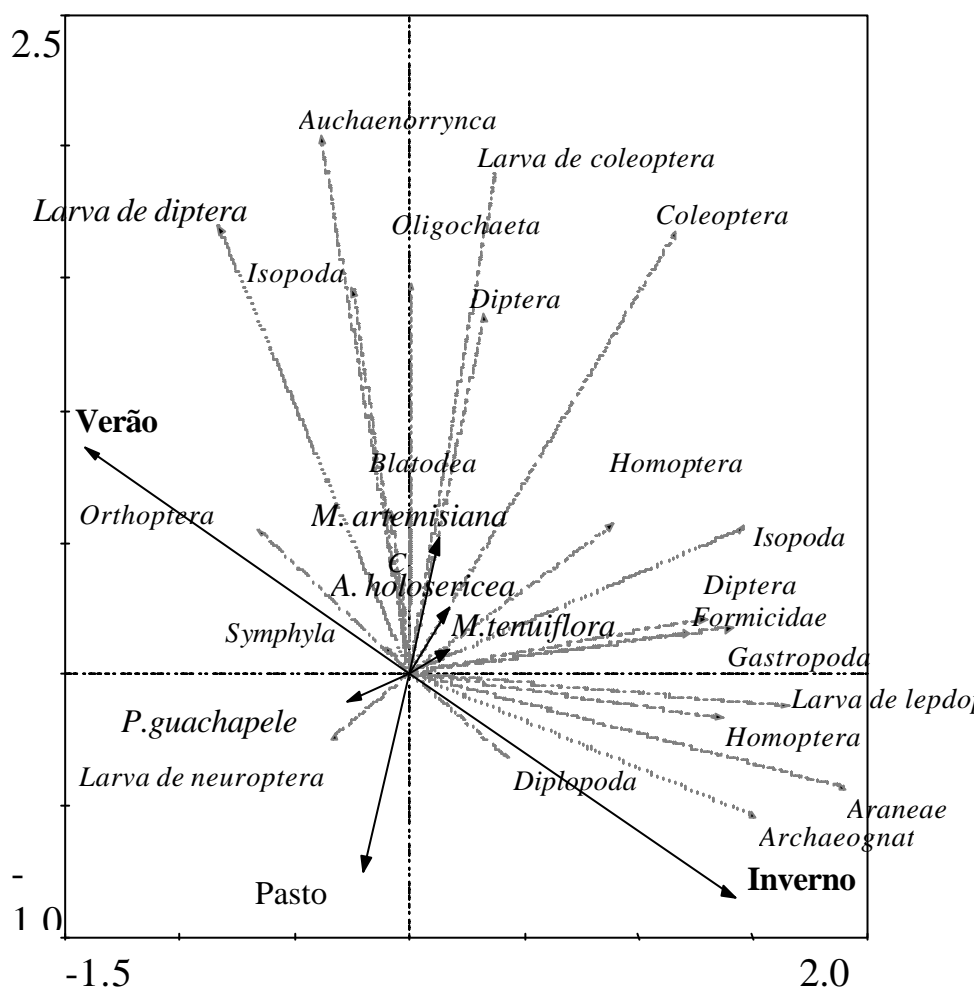


Figura 9. Diagrama de ordenamento a partir da análise de componentes principais através da densidade de grupos taxonômicos da macrofauna do solo para caracterização dos ambientes sob a copa de leguminosas arbóreas e da pastagem em monocultivo nas duas épocas do ano.

As práticas de manejo utilizadas em um sistema de produção podem afetar de forma direta e indireta a fauna do solo como mostram os resultados de trabalhos de levantamento de fauna em diferentes sistemas, seja por retirada da serapilheira e de ervas daninhas e monocultivo provocam uma simplificação do habitat diminuindo a diversidade da comunidade do solo (Assad, 1997), em caso de pastagens, a abundância e riqueza também são diminuídas quando compara com outros sistemas (Giracca et al., 2003).

A maioria dos estudos com fauna do solo vem sendo desenvolvidos com ênfase em sistemas agrícolas e florestas, porém, nos ecossistemas de pastagens, os estudos são mais restritos. Vale ressaltar a importância da diversidade da fauna edáfica no solo em sistemas silvipastoris, podendo favorecer a dinâmica da decomposição de tecido vegetal, bem como na ciclagem de nutrientes disponibilizados a gramíneas forrageiras utilizadas na alimentação de bovinos para produção de leite.

Mais uma vez estudos mostraram que a introdução de leguminosas arbóreas em sistemas de pastagem pode beneficiar o sistema solo-planta-animal e suas interações, além de conceder alternativa para os produtores como a produção de madeira, frutos e outros além da produção animal. Sem dúvida, mais estudos sobre o assunto pode beneficiar o produtor rural, tornando as atividades agropecuárias mais rentáveis.

Essas informações são relevantes para se entender a importância das árvores no aumento da riqueza e diversidade das pastagens, que não se limita exclusivamente à introdução das árvores e sim a todas as interações que elas trazem, o que inclui a fauna de invertebrados avaliada aqui, mas também de microrganismos, insetos que ocupam suas copas, e até mesmo pássaros e outros animais que utilizam sua copa e raízes como alimento, pouso, abrigo, entre outras.

4.5.3 Fertilidade do solo em sistema silvipastoril

De maneira geral, as árvores influenciaram nos resultados das análises químicas para as variáveis pH, alumínio, cálcio + magnésio, fósforo, potássio e nitrogênio do solo cujos valores são apresentados nas Tabelas 11, 12, 13 e 14. Em relação às demais variáveis químicas do solo (carbono e matéria orgânica) não foram observados resultados que mostrassem a influência das árvores.

A fertilidade do solo reflete a capacidade de produção que os mesmos podem apresentar em termos de nutrientes, que possam suprir as necessidades das plantas para realizarem o seu ciclo de vida. Porém, esse efeito depende do tempo e tipo de manejo para que seja refletido nas características químicas do solo.

As plantas obtêm os nutrientes especialmente por absorção radicular, a partir da solução do solo e através dos processos de interceptação radicular, fluxo de massa e difusão (Epstein, 1975). Já o compartimento solo constitui-se o reservatório de nutrientes do sistema, nas formas mineral e orgânica, e incluem os nutrientes disponíveis às plantas, os nutrientes não disponíveis e os resíduos orgânicos. Os nutrientes disponíveis envolvem os elementos presentes na solução do solo, dentre eles: NO_3^- , NH_4^+ , H_2PO_4^- , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} , MoO_4^{-2} e os de forma lábil no solo (Malavolta, 1976).

Em relação ao pH, na Tabela 11, verificou-se pouca variação entre os tratamentos e a distância do tronco das árvores.

Tabela 11. Valores de pH no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3		D4	Média
			0-10 cm			
<i>P. guachapele</i>	6,0 a A	5,9 b A	5,9 b A		6,0 a A	6,0 a
<i>A. holosericea</i>	5,9 bA	5,8 b A	6,1 a A		6,1 a A	6,0 a
<i>M. tenuiflora</i>	5,9 b B	6,0 a B	6,2 a A		6,4 a A	6,1 a
<i>M. artemisiana</i>	5,7 b A	5,6 b A	5,8 b A		6,0 a A	5,8 b
<i>B. brizantha</i>			5,9 b			

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Houve variação dos valores de pH encontrados sob as copas e no pasto sem influência das árvores, porém destacaram-se os tratamentos sob a copa das espécies de *P. guachapele*, *A. holosericea* e *M. tenuiflora* com maiores valores de pH.

Os valores foram menores quanto mais próximos do tronco para a *M. tenuiflora*, porém verificou-se que na média geral entre os tratamentos que esses valores foram superiores sob a copa dessa espécie do que nos demais tratamentos.

Dias et al., (2006) verificaram que os valores de pH não variavam nas diferentes distâncias do tronco no solo sob a copa de Jacarandá da Bahia e Angico Canjiquinha sobre uma pastagem de capim Survenola, diferenciando nas distâncias apenas sob a copa de árvores de Orelha de negro com valores mais baixos quanto mais próximo do tronco. Para Rhoades (1997) a utilização de árvores nas pastagens pode melhorar o fluxo de nutrientes devido suas ações no solo, principalmente pela contribuição de matéria orgânica, pela retenção e captura de nutrientes em profundidades e pela redução da acidez do solo.

Um dos elementos que contribui para acidez do solo é o alumínio que é tóxico às plantas e deve ser corrigido através da calagem de acordo com a recomendação mediante os resultados da análise do solo. Na Tabela 12, são apresentados os valores de Al.

Em todos os tratamentos observou-se que os níveis de Al estão abaixo do mínimo tóxico para as plantas ($0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), refletindo a influência do pH na disponibilidade de alumínio tóxico (Tomé Jr., 1997).

Tabela 12. Valores de Al ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	0-10 cm				Média
	D1	D2	D3	D4	
<i>P. guachapele</i>	0,1 bA	0,2 aA	0,2 aA	0,1 bA	0,2 a
<i>A. holosericea</i>	0,1 bA	0,1 bA	0,1 bA	0,1 bA	0,1 b
<i>M. tenuiflora</i>	0,2 bA	0,1 bA	0,1 bA	0,0 bA	0,1 b
<i>M. artemisiana</i>	0,4 aA	0,2 aA	0,1 bA	0,1 bA	0,2 a
<i>B. brizantha</i>			0,1 b		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Os valores para alumínio foram abaixo do nível tóxico ($0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) para a maioria das plantas tropicais e isso pode ser atribuído ao manejo da fertilidade do solo, onde foram aplicadas quantidades de calcário para correção do solo no momento de formação da pastagem. Em relação aos teores de alumínio no solo sob a copa da *M. artemisiana* foram mais elevados, até em 50%, maiores do que os encontrados além da metade do raio de projeção das copas e também no pasto em monocultivo.

Na Tabela 13, podem ser observados os valores de Ca. Esse elemento no solo apresenta-se nas formas de carbonatos-metamórficos ou sedimentares, sulfatos e silicatos, podendo ser encontrado nas formas trocável e solúvel. Na solução do solo ocorre em concentrações muito baixas nos solos mais ácidos das regiões tropicais (Vitti et al., 2006).

Os teores de cálcio foram superiores sob a copa da *M. tenuiflora*, *P. guachapele* diferenciando-se significativamente da pastagem em monocultivo, onde esses valores foram maiores até em 100% dos demais tratamentos.

Tabela 13. Valores de Ca ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
<i>P. guachapele</i>	1,5 A b	1,6 A b	1,5 A b	1,7 A b	1,6 b
<i>A. holosericea</i>	0,8 A c	0,9 A c	0,9 A c	0,8 A c	0,8 c
<i>M. tenuiflora</i>	1,9 A a	2,2 A a	2,1 A a	2,3 A a	2,1 a
<i>M. artemisiana</i>	1,1 A c	1,2 A c	1,2 A c	1,3 A c	1,2 c
<i>B. brizantha</i>			0,8 c		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Não houve influência das distâncias do tronco, mostrando que a contribuição do cálcio pelas folhas ocorre de maneira uniforme, mesmo assim, os teores de Ca foram maiores no solo sob as copas das árvores com exceção da *A. holosericea*.

Os valores para Mg no solo são apresentados na Tabela 14, com uma relação Ca/Mg pouco equilibrada como pode ser observado nas Tabelas 13, 14 e 15.

Tabela 14. Valores de Mg ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
<i>P. guachapele</i>	nt	nt	nt	nt	nt
<i>A. holosericea</i>	1,1a A	0,9 aA	0,9a A	0,8 aA	0,9 a
<i>M. tenuiflora</i>	nt	nt	nt	nt	nt
<i>M. artemisiana</i>	0,8 a A	1,0 aA	0,7 aA	0,6 aA	0,8 a
<i>B. brizantha</i>			0,2 b		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa e nd= não testado.

Os tratamentos sob as copas da *P. guachapele* e a espécie *M. tenuiflora* não foram analisadas no laboratório, por tanto seus valores não foram incluídos para essa variável.

Os valores para Mg foram mais elevados no solo sob a copa da *A. holosericea* e da *M. artemisiana* do que no pato sem influência das árvores. Vale ressaltar que o solo sob a copa dessas árvores apresentaram maiores valores quanto mais próximos do tronco. Verificou-se que os valores encontrados no solo sob a copa das árvores testadas foram até 5 vezes maiores do que os encontrados no solo de pasto sem interferência de árvores.

Na Tabela 15 são apresentados os valores para Ca + Mg no solo no sistema silvipastoril com árvores dispersas e no pasto em monocultivo.

Não foram observadas diferenças entre as distâncias e nem entre as espécies, no entanto as árvores favoreceram para o aumento dos teores de Ca + Mg no solo, quando comparado com a área em monocultivo.

Os teores de Ca + Mg encontrados no solo sob as copas das espécies arbóreas foram de 50% a 100% maiores do que os encontrados no solo sob a pastagem sem influência da árvore.

Tabela 15. Valores de Ca + Mg (cmol_c dm⁻³) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
	0-10 cm				
<i>P. guachapele</i>	1,5 aA	1,6 aA	1,5 aA	1,7 aA	1,6 a
<i>A. holosericea</i>	1,9 aA	1,8 aA	1,8 aA	1,6 aA	1,8 a
<i>M. tenuiflora</i>	1,9 aA	2,2 aA	2,1 aA	2,3 aA	2,1 a
<i>M. artemisiana</i>	1,9 aA	2,3 aA	1,9 aA	1,9 aA	2,0 a
<i>B. brizantha</i>			1,0 b		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Na Tabela 16 encontram-se os resultados referentes aos teores de fósforo no solo das áreas cultivadas. O fósforo possui grande importância no metabolismo das plantas, pois fornece energia para que as reações bioquímicas ocorram nos organismos vegetais (Barber, 1984). Os teores de fósforo nos solos brasileiros são muito baixos e as leguminosas se tornam importantes para o aumento desses níveis no solo.

Tabela 16. Valores de P (mg kg⁻¹) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
	0-10 cm				
<i>P. guachapele</i>	6,6 bA	4,6 bA	6,2 aA	7,0 aA	6,1 b
<i>A. holosericea</i>	5,4 bA	6,9 bA	7,5 aA	5,6 aA	6,3 b
<i>M. tenuiflora</i>	2,7 b B	3,2 b B	5,0 a B	8,7 a A	4,9 b
<i>M. artemisiana</i>	13,6 aA	12,5 aA	9,5 aA	11,1 aA	11,7 a
<i>B. brizantha</i>			1,8 b		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

O coeficiente de difusão do P no solo é muito baixo (10^{-12} a 10^{-15} m² s⁻¹) onde a rápida absorção promove a depleção do P envolta da raiz, difundindo os íons na superfície radicular (Rousch e Burcher, 2002). É possível que essa seja a justificativa para os menores valores encontrados mais próximos aos troncos das árvores.

Em estudos realizados por Silva et al., (2005) mostrou-se que os teores de Ca, Mg e outros nutrientes possuem teores que variam de 0,44% sob a copa da espécie *A. holosericea* à valores elevados sob influência de outras leguminosas arbóreas.

Os tratamentos arborizados apresentaram teores de fósforo do solo mais elevados do que os valores encontrados na pastagem em monocultivo. Vale ressaltar que esses valores foram maiores principalmente sob a copa da *M. artemisiana*, onde se observou teor de fósforo superior, estatisticamente, aos demais tratamentos diferenciando.

Na Tabela 17 observam-se os resultados referentes aos níveis de K no solo do sistema silvipastoril com árvores dispersas e da pastagem em monocultivo.

O K⁺ é o cátion mais abundante na planta, sendo absorvidos em grande quantidade pelas raízes. Tem função no estado magnético, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais. O K não faz parte de nenhuma estrutura na planta (Meurer, 2006).

Tabela 17. Valores de K (mg kg⁻¹) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo.

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
<i>P. guachapele</i>	34,9 bA	21,1 bA	27,2 bA	24,0 bA	26,8 b
<i>A. holosericea</i>	71,6 bA	74,6 bA	53,0 bA	57,4 bA	64,1 b
<i>M. tenuiflora</i>	200,0 aA	226,3 aA	209,6 aA	151,9 aA	197,1 a
<i>M. artemisiana</i>	44,9 bA	43,2 bA	31,9 bA	32,3 bA	38,1 b
<i>B. brizantha</i>			27,7 b		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Observou-se (Tabela 17) que os teores de K no solo foram maiores sob influência da *M. tenuiflora* do que os encontrados sob a copa das outras árvores e da pastagem em monocultivo. Para esse tratamento verificou-se que os resultados foram bastante discrepantes devido a presença constante de animais sob a copa de dois indivíduos arbóreos estudados, onde esses animais defecavam e urinavam contribuindo para elevar os valores dessas variáveis.

As espécies arbóreas angico-vermelho e jacarandá-branco foram comparadas quanto a disponibilidade e composição mineral da forragem de *B. decumbens* e verificou-se que a concentração de N e K nas folhas verdes da gramínea e da serrapilheira foram significativamente maiores nas amostras coletadas sob as copas do que fora da área de influência (Carvalho et al., 1996).

Nota-se que nos tratamentos com árvores na pastagem demonstram maior disponibilidade de potássio mais próximo ao tronco. Onde os valores foram maiores de 30% a 70% em relação ao pasto sem influência da copa das árvores. Balieiro (1999) encontrou aumentos nos teores de K e N no solo sob a copa da espécie *P. guachapele* e corroborando com esses resultados Velasco et al., (1999) também verificou incremento nos teore de K próximo do tronco de árvores superiores ao solo afastado da influência da copa.

Em estudos realizados no solo sob a copa de árvores observou-se que os teores de P e K foram maiores do que os encontrados no solo de pasto sem árvores (Durr e Rangel, 2002). Porém o efeito de árvores na fertilidade do solo em pastagens possui maior expressão em solos de baixa fertilidade (Carvalho e Xavier, 2000).

Nesse trabalho fica confirmado que os incrementos de nutrientes no solo sob a copa de leguminosas é positivo para melhoria das características químicas naquele ambiente.

Com a utilização de árvores da família das leguminosas pode-se contar com a influência dessas árvores no microclima proporcionado, mas a introdução de nitrogênio derivado da fixação biológica no sistema pode ser outro ponto muito importante para melhoria das condições ambientais.

Na Tabela 18 são apresentados os valores para teores de N no solo sob a copa das árvores e no solo da pastagem em monocultivo. O nitrogênio é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento.

Tabela 18. Valores de nitrogênio (%) no solo em sistema silvipastoril e em monocultivo

Espécies	D1	D2	D3	D4	Média
	0-10 cm				
<i>P. guachapele</i>	0,06a A	0,07a A	0,05 bA	0,05 bA	0,06 b
<i>A. holosericea</i>	0,05b A	0,09a A	0,03 bA	0,03 bA	0,05 b
<i>M. tenuiflora</i>	0,09a A	0,10a A	0,11 aA	0,06 bA	0,09 a
<i>M. artemisiana</i>	0,03 bA	0,03 bA	0,05 bA	0,00 bA	0,03 b
<i>B. brizantha</i>			0,05 b		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. D1= 50 cm do caule; D2= metade da projeção da copa; D3= no raio de projeção da copa e D4= uma vez e meia a projeção da copa.

Os teores de nitrogênio no solo foram maiores nos pontos próximos ao raio da copa das árvores, sendo o mesmo observado quanto mais próximo do tronco.

Os valores de nitrogênio observados sob a copa da *M. tenuiflora* foram maiores do que as outras espécies arbóreas e a pastagem em monocultivo. Corroborando com essa tendência Dias et al., (2006) observaram que a concentração de N na camada mais superficial do solo foi maior na menor distância do tronco sob a influência de *Enterolobium contorsiliquum*.

Em sistemas de pastagens juntamente com a introdução de árvores, a sombra e a biomassa das árvores têm potencial para melhorar a fertilidade do solo, aumentar a disponibilidade de nitrogênio para as forrageiras herbáceas e melhorar a qualidade da forragem (Carvalho et al., 2001; Dias 2005; Fernandes et al., 2006).

Dias et al., (2006) encontraram teores de nitrogênio semelhantes em solos sob a copa de leguminosas arbóreas com maiores valores próximo do tronco das árvores. Resultados encontrados por (Andrade et al., 2002) também evidenciaram aumento dos teores de nitrogênio no solo sob a copa de Baginha.

A área de influência da copa da espécie *M. tenuiflora* apresentou valores 40 % superiores aos observados no pasto a pleno sol para o nitrogênio, já para o fósforo no solo sob a copa das árvores foram até 60 % maiores, até 100% para o cálcio, sendo este último atribuído principalmente à queda de folhas que se dá sob a área de influência da copa.

Os resultados mostraram neste capítulo que a utilização de leguminosas arbóreas em pastagens aumenta os teores de N no solo e nos resultados observados desses teores no capim cultivado nessa condição.

Sabe-se que há a necessidade de estudos mais aprofundados e de maior duração para que se possa determinar a real influência das árvores na pastagem. No entanto, nota-se que alguns indicadores aqui utilizados são mais sensíveis que outros e indicam que a manutenção de árvores em pastagens é algo de grande importância para melhoria das pastagens brasileiras, no que tange aos aspectos de diversidade, qualidade da forragem e conforto térmico.

4.6 CONCLUSÕES

As árvores influenciam na radiação solar através de suas copas proporcionando um microclima que favorece a fauna edáfica sob suas copas.

As árvores favoreceram o aumento da densidade e equabilidade da macrofauna no solo sob suas copas principalmente na época do inverno. E a *A. holosericea* promoveu maior distribuição de grupos de macrofauna dentre as árvores e também maior do que no pasto em monocultivo.

Quanto à fertilidade do solo, a utilização de leguminosas arbóreas de forma dispersa em pastagens cultivadas com *B. brizantha* cv. Marandu melhora algumas características químicas do solo quanto mais próximo do tronco, tais como N, P e K.

**5 CAPÍTULO III: AVALIAÇÃO DA AMBIÊNCIA NO
COMPORTAMENTO ANIMAL COM E SEM A PRESENÇA DE
ÁRVORES NA PASTAGEM**

5.1 RESUMO

O conhecimento a priori do conforto térmico do ambiente onde os animais passam a maior parte do tempo, na pastagem, é de real importância na prática, para garantia de seu bem estar, físico e social, e conseqüentemente, da produção dos animais. O objetivo desta pesquisa foi comparar as diferenças de parâmetros microclimáticos em três ambientes, sob a copa das árvores da espécie *Acacia holosericea*, nas entre-linhas e a pleno sol. Os parâmetros foram medidos em três horários (9, 12 e 15 h) em dois períodos do ano (seco/inverno e das águas/verão). Para o estudo de comportamento animal foram realizadas observações através do método Scan Sampling para avaliação dos hábitos ingestivos de pastejo em bovinos $\frac{3}{4}$ holandês x Zebu, no município de Seropédica-RJ. Os 9 parâmetros microclimáticos estudados foram: temperatura de globo negro (TGN), temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmín), velocidade do vento (VV), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação CTR). E os hábitos de pastejo foram: pastejo, ruminação em pé, ruminação deitado, ócio em pé e ócio deitado. Resultados mostraram que valores de TGN, TBU, ITU e ITGU foram mais baixos no período seco. ITGU foi mais baixo, pela manhã e a tarde, e correlacionou com ITU ($r= 0,85$) e se apresentou como indicador mais preciso de conforto térmico. A sombra da copa das árvores mostrou que pode reduzir em 26% a carga de calor sobre o animal, comparado com o tratamento a pleno sol. Foram verificadas diferenças significativas nos parâmetros de hábito ingestivo de animais onde os animais permaneceram mais tempo em ócio no sistema em monocultivo e pastejando mais tempo no sistema silvipastoril. O sistema silvipastoril com árvores dispersas foi eficiente para criação de animais mestiços holandês x zebu fornecendo maior conforto térmico. Nesse sistema, os animais pastejam mais no período seco e os períodos de ruminação foram maiores no pasto sem árvores e no período da tarde.

Palavras-chave: Índice de temperatura e umidade. Índice de temperatura de globo negro e umidade. Carga térmica de radiação. Leguminosa arbórea.

5.2 ABSTRACT

To know in advance the thermal comfort of the environment where the animal spend most of the time in the pasture, has a great practical importance, to guarantee the animals welfare, physical and social comfort, and, consequently, their production. The objective of this research was to compare the differences of microclimatic parameters in three ambient, under the canopy of trees of specie *Acacia holosericea*, between tree rows and in the full sun. The parameters were measured in three hours of the day (9 am, noon and 3 pm) in two periods of year (dry/winter and rainy/summer seasons). To study animal behavior, observations were made by the Scan Sampling method to evaluate the ingestion pasturing habits of cows, $\frac{3}{4}$ Hollander x Zebu breed, in the municipality of Seropédica, Rio de Janeiro State. The 9 microclimatic parameters researched were: black globe temperature (BGT), dry bulb temperature (DBT), humid bulb temperature (HBT), maximum temperature (MaxT), minimum temperature (MinT), air velocity (AV), temperature humidity index (THI), black globe humidity index (BGHI), and radiant thermal load (RTL). The pasturing habits observed were: grazing, standing rumination, laying down rumination, resting while standing or laying down. The results showed that values of BGT, HBT, THI and BGHI were lower in the dry year period. BGHI was lowest by morning and in the afternoon, and it correlated with THI ($r=0.85$). It showed to be the most precise indicator of thermal comfort. The trees canopy showed to reduce in 26% the heat charge on the animal, compared with the treatment with full sun. Results showed significant differences in the parameters of animals' ingestion habits. The animals rested longest in the single grass pasture and grazed longest in the tree-grass system. The tree-grass system was efficient for the production of the mixed breed cows and it offered most thermal comfort to the animals. In this system, the animals grazed more in the dry season, and the periods of rumination were biggest in the single pasture and in the afternoon.

Key words: Temperature and humidity indexes. Black globe humidity and temperature index. Radiant thermal load. Leguminous trees.

5.3 INTRODUÇÃO

No Brasil, o uso do cruzamento entre raças bovinas européias e zebuínas é comum e o sombreamento torna-se importante para manutenção da produtividade dos animais criados no sistema a pasto, uma vez que os animais provenientes desse cruzamento produzem melhor quando em condições de temperaturas mais amenas. Uma das alternativas tem sido a construção de abrigos como sombra artificial, o que demanda elevados custos para o produtor (Armstrong et al., 1993). A sombra das árvores é considerada uma das mais eficientes para conferir conforto térmico ao gado, que nos dias mais quentes os animais procuram reduzir o efeito da radiação solar e altas temperaturas do ar, abrigando-se nas sombras das árvores, aproveitando esses momentos para descansar, ruminar, ou mesmo pastejar (Alonzo, 2000).

A radiação é um componente significativo do ambiente térmico, exercendo influência acentuada no processo de transferência de calor animal – ambiente. Assim, a avaliação completa do conforto animal depende, em grande parte, da quantificação desse fator, através do termômetro de globo negro, que é capaz de isolar a temperatura radiante média de outros fatores do ambiente térmico (Souza et al., 2002).

Nesse capítulo, avaliou-se o comportamento animal e ambiência na presença de árvores, buscando alterações em seus hábitos em função da presença das leguminosas arbóreas dispersas na pastagem.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1 Avaliação da ambiência e do comportamento animal em pastejo

A pesquisa foi desenvolvida em uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, estabelecida no ano 2001 e localizada em uma área da Estação Experimental de Seropédica, da PESAGRO, no município de Seropédica, RJ, nas coordenadas geográficas 22° 48' S, 43° 42' W e altitude 33m.

O clima da região de acordo com o sistema Köppen é classificado com Aw, apresentando verões quente-úmidos e inverno seco. O regime térmico é caracterizado como subquente (Ramos et al., 1973).

O plantio das mudas da espécie arbórea, que foram dispersas na pastagem do capim Marandu, foi realizado em dezembro de 2000, em uma área cercada de 1 hectare, que constituiu o sistema silvipastoril. Uma outra área vicinal, cercada, de 1 hectare só com o capim, constitui o sistema de monocultivo. Durante o período experimental, a braquiária foi manejada mantendo-se altura mínima de 50 cm do solo.

Foi realizada em janeiro de 2007 a contagem do número de indivíduos de cada espécie arbórea que efetivamente fazia parte do sistema silvipastoril, bem como a área da copa destas espécies (Tabela 19). Observou-se que aproximadamente 14% da área do sistema silvipastoril encontrava-se sobre as copas das árvores.

Tabela 19. Número de indivíduos das espécies arbóreas consorciadas com o capim Marandu (sistema silvipastoril) e área da copa das mesmas

Espécies arbóreas	Nº de indivíduos	Área da copa (m ²)
<i>A. holosericea</i>	06	262,30
<i>Albizia lebeck</i>	09	31,70
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	01	0,24
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	08	76,50
<i>Erythrina verna</i>	02	5,50
<i>Gliricidia sepium</i>	05	27,60
<i>Leucaena leucocephala</i>	08	35,40
<i>Mimosa artemisiana</i>	09	378,80
<i>M. caesalpiniaefolia</i>	05	27,90
<i>M. tenuiflora</i>	08	178,20
<i>Pseudomaneia guachapele</i>	09	222,60
Total	70	1.346,74

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas.

5.4.2 Avaliação da ambiência nas pastagens

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados em parcela subdividida, onde o local de amostragem (metade da projeção do raio da copa de *A. holosericea* e entrelinhas das árvores) representou a parcela, a época de amostragem (das

águas e seca) e o período do dia (9, 12 e 15 horas) das amostragens as subparcelas, mais um tratamento adicional só houve o capim.

O plantio das mudas das espécies arbóreas na pastagem do capim Marandu foi feito em dezembro/2001, na densidade de 178 mudas/ha na distância de 7,5 m entre duas árvores na linha e entre duas linhas.



Figura 10. Psicrômetro, globo negro, termômetro de máxima e mínima para monitoramento do microambiente.

As 9 variáveis estudadas em cada amostragem foram as seguintes: temperatura de globo negro (TGN), temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), temperatura máxima (T_{máx.}), temperatura mínima (T_{mín.}), velocidade do vento (VV), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR).

As amostragens das variáveis foram realizadas durante quatro dias nos meses de fevereiro (época das águas ou verão) e julho (seca ou inverno) de 2007, às 9, 12 e 15 horas.

A temperatura máxima e mínima, sob a copa da árvore, na entrelinha e a céu aberto foi medida com o termômetro disposto a 1,5 m de altura do solo, assim como as temperaturas de bulbo seco, úmido e de globo negro. O termômetro de globo negro (Figura 10) consistiu de uma esfera oca de cobre de 15 cm de diâmetro e 0,5 mm de espessura, pintada interna e externamente de tinta preta fosca, na qual foi adaptado internamente um termômetro simples.

A velocidade do vento foi medida utilizando-se um anemômetro portátil digital, no momento das tomadas das leituras.

Para caracterizar ou quantificar as zonas de conforto térmico adequadas às diferentes espécies animais, foram utilizados três índices de conforto térmico, onde cada um demonstrasse em uma única variável a caracterização do ambiente térmico que circunda o animal, assim como, o estresse que tal ambiente possa estar causando no mesmo. A medida desse índice representa, em um único valor, os efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do vento, a partir do qual pode-se concluir sobre o nível de conforto de um dado ambiente.

Os índices usados na análise dos dados do presente experimento foram calculados por meio das seguintes equações:

- Índice de Temperatura e Umidade (ITU), desenvolvido por Thom (1958):

$$ITU = TBS + 0,36 TBU + 41,5$$

em que: TBS= temperatura de bulbo seco em °C; TBU= temperatura de bulbo úmido em °C.

- Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), proposto por Bond e Kelly (1955),

$$ITGU = 0,7 TBU + 0,2 TGN + TA$$

em que: TBU= temperatura de bulbo úmido em °C; TGN= temperatura de globo negro em °C; TA= temperatura ambiente em °C.

- Carga Térmica Radiante (CTR), proposto por Esmay (1979):

$$CTR = a \times (TRM)^4$$

$$TRM = 100 (2,51 VV)^{0,5} (TGN - TA) + (TGN/100)^4 (0,25)$$

em que: TRM= temperatura média radiante; VV= velocidade do vento em m/s; TGN= temperatura de globo negro em °K; TA= temperatura ambiente em °K; a= constante de Stefan-Boltzmann igual a $5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$; CTR em $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

A temperatura radiante média (TRM) é a temperatura ambiente de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra para eliminar o efeito da reflexão, com o qual o corpo (globo negro) troca tanta quantidade de energia quanto a do ambiente considerado (Campos 1986).

Resultados foram avaliados por meio da correlação de Pearson entre as variáveis usando o programa estatístico SAEG 9.0 (Fundação Arthur Bernardes, 2005) e as diferenças entre as médias pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, por meio de análise de variância univariada usando o programa SISVAR 4.6 (Ferreira, 2000).

5.4.3 Avaliação do comportamento animal em pastejo

Foram usadas 22 novilhas 3/4 Holandês x Zebu de mesmo grupamento genético, todas na faixa de um ano e meio de idade. Elas foram selecionadas, baseado no peso vivo ao nascer e no atual ganho de peso médio diário, visando homogeneizar o plantel utilizado para comparação. Foram utilizados animais de cor de pelagens distintas, ou seja, animais com dominância de pêlos claros e escuros de forma proporcional em cada lote, sendo 11 animais para o sistema silvipastoril, e os outros 11 formou o lote usado no sistema de monocultivo. A taxa de lotação foi de 6 unidades animal (UA) por hectare.

Os animais foram observados no seu comportamento ingestivo (pastejo, ruminação em pé, ruminação deitado, ócio em pé e ócio deitado) durante cinco dias de pastejo contínuo, das 7:00 às 19:00 horas (horário de verão) em fevereiro de 2007 e julho (época seca ou inverno), com intervalos de 15 minutos. Houve uma adaptação dos animais sete dias antes do início do período experimental propriamente dito, quando os dois lotes de animais já ocupavam as áreas onde seriam observados ao mesmo tempo.

Para atender aos objetivos do presente experimento, foi montado um posto de observação (Figura 11) para avaliar os dois grupos de animais pelo método “Scan-Sampling”, proposto por Setz (1991). Esta técnica é indicada para estudo de comportamento animal em grupos e no seu ambiente é feita uma observação a cada 5, 10, 20 ou 30 minutos ao longo do dia, dependendo da espécie animal.

O grupo de observadores foi treinado para se adotar o mesmo padrão de observação durante a coleta dos dados nos dois lotes de animais de cada pastagem (monocultivo e silvipastoril). Assim, foi possível determinar por meio do número de observações o

comportamento ingestivo dos animais, nos dois períodos do dia, em cada época do ano, nos dois sistemas.

Com intuito de verificar a influência das condições microclimáticas no comportamento ingestivo dos animais, mediu-se durante o período experimental o Índice de Temperatura e Umidade (Thom, 1958), que prediz o conforto ou o desconforto térmico das condições ambientais para os animais e a Carga Térmica Radiante (Esmay, 1979), que mostra a carga de calor sobre os animais.



Figura 11. Torre de observação para monitoramento dos hábitos ingestivos dos bovinos mestiços Holandês x Zebu.

Resultados foram avaliados por meio da correlação de Pearson entre as variáveis usando o programa estatístico SAEG 9.0 (Fundação Arthur Bernardes, 2005) e as diferenças entre as médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, por meio de análise de variância univariada usando o programa SISVAR 4.6 (Ferreira, 2003).

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1 Ambiência

Não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) nas interações entre os tratamentos em todas as variáveis. O resultado geral dos efeitos dos tratamentos para as 9 variáveis é mostrado na Tabela 20.

Foram observadas diferenças significativas entre os locais de amostragens para temperatura de globo negro (TGN). As médias de TGN encontradas para as amostragens feitas a pleno sol e nas entrelinhas das árvores não diferenciaram entre si ($34,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ média dos dois locais) mas foram superiores a registrada ($31,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) sob a copa de *A.holosericea*. A TGN no período das águas ou verão ($35,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) foi significativamente maior que a registrada na seca ou inverno ($31,4\text{ }^{\circ}\text{C}$).

A TGN fornece numa só medida de indicação dos efeitos combinados de temperatura do ar, temperatura radiante e velocidade do vento (Kelly e Bond 1971), além de prever uma medida do calor radiante do ambiente e a leitura é expressa em graus Celsius (Baccari, 1998). De acordo com Mota (2001), a faixa de TGN para vacas em lactação de 7 a $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ é considerada ótima, entre 27 e $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ é regular e acima de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ é crítica, enquanto, para Ferreira et al. (2006), TGN igual a $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ indica conforto térmico e $44\text{ }^{\circ}\text{C}$ condições de estresse calórico severo.

Resultados desse estudo, baseados na classificação de Mota (2001), mostraram que para vacas em lactação, o período das águas proporcionou valores críticos de TGN, ao passo que, no período seco foi regular. A amostragem de TGN das 12 horas foi também crítica, enquanto dos outros horários (9 e 15 h) foi regular. Tendência de acréscimo de TGN ao longo do dia, até as 12 h, foi coincidente com os resultados de Kawabata et al. (2005).

A TGN medida sob a copa da espécie *A. holosericea* foi regular, além de ser significativamente inferior aos outros dois locais (entrelinhas e pleno sol) de amostragem, e assim, proporcionar maior conforto térmico aos animais.

Zoa-Mboe et al. (1989) verificaram que a TGN igual a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, para vacas em lactação expostas ao sol, diminuiu a produção de leite em $9,2\%$, comparada com vacas com acesso à sombra em que a TGN foi de $29,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

São escassos os trabalhos na literatura sobre conforto térmico para animais mestiços, o que normalmente é encontrado são estudos para animais de raça holandesa, o que reforça a importância desse estudo.

Valores médios de TGN nas duas estações do ano, citados por Azevedo et al. (2005) foram superiores aos de Schneider et al. (1988) para conforto térmico ($21\text{ }^{\circ}\text{C}$) para vacas leiteiras, e aos de Beede et al. (1983) para o valor crítico ($29\text{ }^{\circ}\text{C}$), valor acima deste, capaz de reduzir o consumo de alimentos e a produção de leite. Azevedo et al. (2005), no entanto, ressaltam que o valor crítico citado para TGN foi em geral obtido com vacas holandesas de alta produção de leite, que são mais sensíveis ao calor ambiental que os mestiços, conforme mostrado por vários autores. Assim, é de se esperar, em razão de sua maior adaptabilidade às condições tropicais, que vacas mestiças apresentem valores críticos superiores de TGN, em relação aos reportados na literatura para animais provenientes de clima temperado.

Tabela 20. Efeito do período, local e horário de amostragens em 9 variáveis microclimáticas. Médias de quatro repetições

Tratamentos	Variáveis*								
	TGN	TBS	TBU	T máx	T mín	VV	ITU	ITGU	CTR
	Período								
Águas	35,7 ^A	28,9 ^A	23,6 ^A	31,9 ^A	27,1 ^A	1,84	78,9 ^A	85,8 ^A	626,3
Secas	31,4 ^B	25,9 ^B	19,9 ^B	28,2 ^B	24,1 ^B	1,39	74,6 ^B	80,7 ^B	689,1
	Local								
Sob a copa	31,1 ^B	26,7	21,3	28,9	25,1	1,61	75,9	80,3 ^B	532,8 ^B
Entre-linhas	34,0 ^A	27,5	22,0	30,2	25,7	1,61	76,9	84,3 ^A	679,4 ^A
Pleno sol	35,5 ^A	28,2	22,0	30,9	26,1	1,63	77,6	85,0 ^A	670,9 ^A
	Horário								
9	32,6	25,7	21,4	28,1 ^B	22,3 ^B	0,99	74,9	81,9 ^B	599,8
12	35,6	28,9	22,2	31,2 ^A	26,7 ^A	2,03	78,5	85,9 ^A	664,4
15	32,5	27,6	21,7	30,9 ^A	27,9 ^A	1,81	76,9	81,4 ^B	618,9

*TGN= temperatura do globo negro, em °C; TBS= temperatura do bulbo seco, em °C; TBU= temperatura do bulbo úmido, em °C; VV= velocidade do vento, em m/s; Tmáx.= temperatura máxima, em °C; Tmín.= temperatura mínima, em °C; ITU= índice de temperatura e umidade, em °C; ITGN= índice de temperatura do globo e umidade; CTR= carga térmica radiante, em W/m². Médias com mesma letra nas colunas, dentro de cada tratamento não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott à nível de probabilidade 5%

Segundo Baccari.(1998), confirmado por Marcheto et al. (2002), temperatura de bulbo seco (TBS) de 24 °C e umidade relativa de 38%, são considerados ideais para vacas leiteiras produzirem normalmente, enquanto Ferreira et al. (2006), registraram que TBS igual a 22 °C indica conforto térmico.

Resultados do presente experimento mostraram que os valores observados para TBS foram maiores que 24 °C, sendo que a média do período das águas (28,9 °C) foi significativamente maior que a do período seco (25,9 °C). Também houve tendência dos menores valores serem encontrados nas amostragens feitas as 9 h (25,7 °C) e sob a copa das árvores (26,7 °C), quando comparados com outros horários e locais. Entretanto, nenhum valor atingiu o TBS igual a 43 °C, indicado por Ferreira et al. (2006) como aquele que determina condição severa de estresse calórico.

TBS mostrou tendência de alcançar valor máximo às 12 h, estando assim em concordância com os resultados de Kawabata et al. (2005) e em discordância com os de Ferreira (1993), Savegnani et al. (1994), Nääs et al. (2001), que observaram gradual elevação de temperatura durante o dia, até alcançar o seu máximo por volta das 14 h.

Resultados mostrados na Tabela 20, para temperatura de bulbo úmido (TBU), estão acima do indicado por Ferreira et al. (2006) para conforto térmico (18 °C), mas não atingiram o valor (36 °C) indicado pelos mesmos autores para condição de estresse calórico severo. O valor de TBU no período das águas (23,6 °C) foi significativamente superior ao registrado no período seco (19,9 °C), enquanto houve tendência dos menores valores serem encontrados às 9h (21,4 °C) e sob a copa da espécie arbórea (26,7 °C).

Temperatura máxima (T_{máx}) registrada no período das águas foi significativamente superior a do período seco e menor às 9h, quando comparada com 12 e 15 h, que não diferenciaram entre si. A equação de regressão ajustada para $T_{máx} = -13,9 + 6,869H - 0,2535H^2$ ($R^2 = 0,35$; $F = 9,78$; $p < 0,0004$), mostrou que o valor máximo de T_{máx} foi obtido as 13 h 42’.

Foi observada tendência do valor de T_{máx} sob a copa das árvores ser menor que nas entre-linhas e a pleno sol. Nenhum valor de T_{máx} ficou abaixo do considerado por Berman et al. (1985) como limite crítico (26 °C), em relação ao estresse para calor em vaca da raça holandesa, independente do nível de produção de leite e da aclimação prévia. Valores de T_{máx}, no verão e no inverno, no trabalho de Azevedo et al. (2005), no município de Coronel Pacheco-MG também superaram o limite superior da zona de termo neutralidade, atingindo valor máximo de 31 °C.

As temperaturas mínimas (T_{mín}) variaram igual às observadas para T_{máx} (Tabela 20), com menores valores no período seco (24,1 °C), às 9h (22,3 °C) e a tendência de menor média sob a copa das árvores (25,1 °C) quando comparada com a entrelinha e a pleno sol. A equação de regressão ajustada para $T_{mín} = -10,5 + 5,553H - 0,1955H^2$ ($R^2 = 0,42$; $F = 12,13$; $p < 0,0001$), mostrou que o valor máximo de T_{mín} foi obtido às 14 h 12’.

Não foram observadas diferenças para velocidade do vento (VV), mas houve tendência da VV ser maior no período das águas, às 12 h e a pleno sol. A influência de menor VV no período seco e, principalmente sob a copa das árvores, pode implicar no aumento no rendimento e qualidade das pastagens, basicamente, devido à economia de água (redução da evaporação, redução da variação da temperatura entre dia e noite e manutenção da área fotossinteticamente ativa). Isso foi evidenciado neste trabalho através do aumento da produtividade de massa seca, teor de proteína e digestibilidade “in vitro” da matéria seca do capim Marandu no período seco, onde os valores desses parâmetros do capim sob a copa de

A. holosericea e a pleno sol foram respectivamente, 196,1 g/m², 7,2%, 61,7% e 48,8 g/m², 6,1%, 46,6% (dados apresentados no capítulo I).

Segundo Silva (2000), o cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU) é válido para animais domésticos, em geral, e pode ser utilizado na avaliação de conforto térmico.

Armstrong (1994) classificou o estresse térmico, de acordo com a variação do ITU, em pequeno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). O ITU abaixo de 72 caracteriza um ambiente sem estresse por calor (Damasceno et al. 1999, Silva et al., 2002, Azevedo et al., 2005, Perissinoto et al., 2005, Ferreira et al., 2006).

Johnson, (1980) observou que a partir do valor ITU de 72, e da medida em que este índice se elevou, a produção de leite foi declinando, sendo este declínio mais acentuado nas vacas mais produtoras, sendo que as vacas de mais baixa produção (13 kg/dia) foram menos afetadas com ITU 76 que as de mais alta produção, 22 kg/dia. Este contraste mostra que mesmo para animais provenientes de clima temperado, o efeito do estresse térmico depende do nível de produção dos animais.

Segundo Azevedo et al. (2005), na literatura nacional e estrangeira há poucas informações a respeito dos níveis críticos desse índice para vacas mestiças.

Quando se considera grupos genéticos diferentes com menor grau de sangue, de animais provenientes de clima temperado, os valores obtidos para ITU são aumentados. Azevedo et al. (2005), com base na frequência respiratória, estimaram valores críticos superiores de ITU, iguais a 79, 77, e 76 para os grupos genéticos 1/2, 3/4 e 7/8 HZ, respectivamente, e também observaram que vacas do grupo genético 1/2 HZ demonstraram maior tolerância ao calor que as de 7/8 HZ, enquanto 3/4 HZ se situaram em posição intermediária.

Foram observadas diferenças significativas no ITU entre os períodos estudados (Tabela 20), sendo que no período das águas (78,9) foi maior que no seco (74,6). Houve tendência do ITU ser menor na amostragem das 9h (74,9) e sob a copa da espécie arbórea (75,9).

Valores obtidos para ITU no presente experimento foram caracterizados como ameno para o calor, de acordo com a classificação de Armstrong (1994) No entanto, pela classificação de Azevedo et al. (2005), eles estão dentro da faixa que mostra um ambiente com conforto térmico, uma vez que os animais da região são mestiços, provenientes do cruzamento de raças européias com indianas, com destaque para as primeiras na produção de leite e menor resistência ao estresse calórico e o inverso para raças indianas. Por isso, o rebanho mestiço representa 95% da população de gado leiteiro no Brasil (Martinez e Verneque 2001), sendo responsável pela maior produção de leite (Freitas et al., 1995). Por serem mais adaptadas ao ambiente tropical (Madalena, 1981), as vacas mestiças podem ser muito produtivas se selecionadas e manejadas adequadamente.

Kawabata et al.. (2005) mostraram que a frequência respiratória (FR) de bezerros da raça holandesa apresentou correlação ($r= 0,87$) com o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), e que a menor FR (54 mov./min.) foi encontrada com ITGU igual a 74,5.

Foram observadas diferenças significativas entre todos os tratamentos para ITGU (Tabela 20). Os menores valores para ITGU foram encontrados no período seco (80,7), as 9 e 15 h (média igual a 81,6), e sob a copa das árvores (80,3) comparado com a entrelinha e a pleno sol. Resultados encontrados para ITGU foram acima da faixa (74-78) estabelecida por Baêta (1985) como “valor de alerta”, acima do que as vacas da raça holandesa estariam com problemas relacionados ao estresse calórico.

Tendência de aumento de ITGU ao longo do dia até as 12 horas, no presente experimento, foi coincidente com resultados de Kawabata et al. (2005), que estatisticamente não observaram diferenças no ITGU, entre 12 e 15 h nos dois melhores tratamentos abrigos para os animais, com cobertura de cimento-celulose na sombra e cimento-celulose no sol.

Foram observadas correlações positivas do ITGU com TGN ($r= 0,97$; $p<0,0001$), TBS ($r= 0,84$; $p<0,0001$), TBU ($r= 0,79$; $p<0,0001$) e ITU ($r= 0,85$; $p<0,0001$), indicando que, independente dos tratamentos, houve uma dependência entre os dois índices. Comparativamente, o ITGU representou melhor o índice de conforto térmico quando comparado com ITU, por apresentar estatística F superior ($F_{ITGU} = 1,850$; $F_{ITU} = 1,213$). Buffington et al. (1981) afirmaram que o ITGU seria um indicador mais preciso do conforto térmico e da produção animal, quando comparado ao ITU, em condições ambientais onde a radiação solar ou a movimentação do ar sejam altas, apresentando correlação mais alta com a produção de leite, quando comparado com ITU (Baccari 1998), sendo que, sob condições moderadas de radiação solar, são igualmente eficientes, e quando, se compararam medições em locais com e sem cobertura, os ITUs não apresentaram diferenças significativas, enquanto o ITGU apresentou diferenças, principalmente para locais sem cobertura.

A Carga Térmica Radiante (CTR) foi afetada significativamente pelo local de amostragem, mostrando que sob a copa das árvores foi obtido o menor valor de CTR ($532,9 \text{ W/m}^2$), quando comparado com os valores observados na entre-linha e a pleno sol.

Silva et al. (1990) registraram que o mais importante nas instalações é diminuir o balanço de energia entre o animal e o meio, até um limite ótimo, sendo a CTR um dos principais componentes do balanço energético de um animal e sua avaliação fundamental no estudo da definição do meio ambiente. Baccari, (1990) mostrou que o sombreamento reduziu de 30 a 50% a carga de calor sobre os animais, enquanto Turco (1993) mostrou que a redução da CTR pela cobertura das instalações pode ser superior a 50%.

No presente experimento, o sombreamento das árvores pôde proporcionar uma redução de 26% da carga de calor sobre os animais, em relação ao tratamento a pleno sol. Sampaio et al. (2004) mostraram redução da CTR, em função da instalação, de até 35% quando comparado com a área não sombreada.

A tendência de aumento de CTR ao longo do dia até às 12 horas foi coincidente com resultados de Kawabata et al. (2005), que estatisticamente não observaram diferenças no CTR entre 12 e 15 h nos dois melhores tratamentos, abrigos com cobertura de cimento-celulose na sombra e cimento-celulose no sol.

As diferenças significativas ($p<0,05$) do presente estudo apresentaram as temperaturas (TGN, TBS, TBU, Tmax), assim como os índices (ITU e ITGU) foram mais baixos no período seco. E a temperatura TGN e os índices ITGU e CTR apresentaram valores mais baixos sob a copa das árvores. Já a Tmax foi mais baixa quando registrada às 9 horas, enquanto ITGU foi mais baixo nas partes, da manhã e da tarde.

Assim, para o melhor entendimento dos efeitos de microclima proporcionado pela influência das árvores foram realizadas avaliações desses efeitos no comportamento animal no sistema silvipastoril e no pasto em monocultivo de acordo com os próximos itens apresentados e discutidos.

5.5.2 Comportamento animal

O resultado geral dos efeitos dos tratamentos nos cinco parâmetros do comportamento animal é mostrado na Tabela 21. Não foram observadas diferenças significativas nas interações entre os tratamentos em todos os parâmetros.

Tabela 21. Efeito de sistemas de pastejo, época do ano e períodos do dia no número de observações em parâmetros de comportamento ingestivo de animais. Médias de cinco repetições

Sistema	Época	Período	Parâmetros de comportamento ingestíveis*				
			P	RP	RD	OP	OD
SSP	Águas	Manhã	113,0	8,4	18,0	16,6	17,0
		Tarde	92,6	12,6	30,2	19,0	8,6
	Seca	Manhã	136,0	19,2	27,4	19,6	25,0
		Tarde	162,0	31,0	29,4	24,6	21,6
SM	Água	Manhã	100,4	13,2	21,0	19,4	19,8
		Tarde	91,0	17,6	23,8	22,4	12,0
	Seca	Manhã	119,2	26,2	13,2	42,0	16,4
		Tarde	103,6	36,0	27,8	66,6	24,0

P= pastejo; RP= ruminação em pé; RD= ruminação deitado; OP= ócio em pé; OD= ócio deitado.

Foram observadas diferenças significativas entre os períodos e sistemas de pastejo no número de observações para os parâmetros, pastejo- P, ruminação em pé- RP e ócio em pé- OP, (Tabela 21). Esses parâmetros apresentaram maiores valores na época seca (nas condições do presente experimento, época seca coincide com inverno e época das águas com o verão).

O valor médio encontrado para o Índice de Temperatura e Umidade na época seca (74,6) ficou abaixo do valor crítico (77) registrado por Azevedo et al., (2005) para este índice, para animais mestiços (3/4 HZ), No entanto, o valor registrado na época das águas (78,9) ultrapassou o índice crítico.

Como resposta ao desconforto térmico, os animais aumentam a frequência respiratória, a frequência cardíaca e a ingestão de água, e reduzem a ingestão de alimentos (Nääs e Arcaro, 2001). Segundo Baccari Jr. (1998), o aumento da redução do consumo com a maior intensidade de estresse térmico, seria devido, principalmente, à inibição pelo calor, do centro do apetite localizado no hipotálamo, resultante da hipertermia corporal. Por isso, tem-se verificado que os animais passam menor tempo pastejando no verão e maior tempo no inverno (Krysl and Hess 1993; Pires et al., 1998; Werneck, 2001; Pardo et al., 2003).

Diversos autores relacionaram o aumento do teor de fibra em detergente neutro (FDN) ao aumento do tempo de ruminação, uma vez que, aumenta a resistência mecânica das forragens a mastigação (Welch and Smith, 1970; Beauchemin and Buchanan-Smith, 1989; Pardo et al., 2003).

No capítulo I, foi mostrado que o teor de FDN encontrado no capim Marandu na época seca (70%) foi maior que o registrado na época das águas (68,4%). No inverno, a porcentagem de animais ruminando também foi maior do que no verão, segundo Shultz, (1983), Pires (1999) e Werneck (2001).

Na época seca e das águas as relações do nº observado para ruminação total / nº observado no pastejo foram, respectivamente, 40 e 36%. Os valores encontrados por Fischer et al.. (2002), 31,1 e 38%, respectivamente, para os tratamentos controle e animais suplementados a 1% do PV com milho moído, foram semelhantes ao presente trabalho. Pardo et al.. (2003) encontraram para essa relação, nos quatro períodos de avaliação, os valores 26, 27, 40 e 58%, que distanciam um pouco dos valores do presente trabalho e daqueles de Fischer et al.. (2002). Entretanto, segundo Rovira (1996), os valores desta relação estão em

função, principalmente, das variações da qualidade e quantidade de forragem consumida e das condições climáticas.

Foi observada correlação positiva entre RP e OP ($r= 0,81$; $p<0,0078$), significando que, independente dos tratamentos, a variação destas duas variáveis foi a mesma, e por apresentar estatística F maior, RP representou melhor os efeitos dos tratamentos que OP.

Segundo Zanine et al. (2006), afora os efeitos do clima e da qualidade da forragem, bovinos apresentaram hábitos ingestivos (tempos de ócio, de pastejo, de ruminação e taxa de bocadas), relacionados com a estrutura do dossel forrageiro, sendo que, a altura, a relação folha/colmo e a senescência, segundo esses autores, fatores que podem determinar o maior ou menor tempo de pastejo, pois facilitam ou não a apreensão da forragem no pasto pelos animais. Estes fatores não foram controlados no presente experimento.

O sistema silvipastoril proporcionou 21,5% mais P que o monocultivo, sendo o contrário registrado para RP e OP, respectivamente, 30,9 e 88,7% maiores no monocultivo (Tabela 21). O sistema silvipastoril apresentou valor médio para o índice de temperatura e umidade igual a 75,9, abaixo do valor crítico (77) registrado por Azevedo *et al.* (2005) para este índice, para animais mestiços (3/4 HZ). No entanto, o valor registrado no sistema em monocultivo (77,6) ultrapassou um pouco o índice crítico. Este resultado está de acordo com Sleutjes e Lizieire (1991), Blackshaw (1994 a e b), Carvalho (1998) e Leme *et al.*, (2005), quando a simples existência de sombra de árvores pôde alterar favorável e significativamente o desempenho dos animais, principalmente, por meio de maior conforto térmico.

Em relação à carga térmica radiante, o sistema silvipastoril mostrou que pôde reduzir em 26% de calor sobre o animal, comparada com o sistema de monocultivo. A qualidade do capim Marandu no sistema silvipastoril mostrou superioridade quanto aos teores de proteína bruta (7,8%) e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (59,6%), quando comparada com o sistema monocultivo, respectivamente de 6,7 e 54,1.

Na Tabela 22 são apresentados os resultados referentes ao efeito do sistema de pastejo em função das épocas avaliadas para o estudo do comportamento ingestivo de novilhas mestiças Holandês x Gir.

Tabela 23. Efeito de sistemas de pastejo e épocas do ano no número de observações de parâmetros do comportamento ingestivo, ruminação em pé e ócio em pé

Sistema			
Época	Silvipastoril	Monocultivo	
Pastejo			Média
Águas	102,8	95,7	99,3 B
Seca	149,0	111,4	130,2 A
Média	125,9 a	103,6 b	-
Ruminação em pé			
Águas	10,5	15,4	12,9 B
Seca	25,1	31,1	28,1 A
Média	17,8 b	23,3 a	-
Ócio em pé			
Águas	17,8	20,9	19,4 B
Seca	22,1	54,3	38,2 A
Média	19,9 b	37,6 a	-

Médias com mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey á nível de 5% de probabilidade.

O número de observações em ruminção e ócio dos animais em pé foi maior no sistema em monocultivo. O aumento do teor de fibra em detergente neutro (FDN) proporcionou aumento do tempo de ruminção pelo aumento de resistência mecânica das forragens a mastigação (Welch and Smith, 1970; Pardo et al., 2003). No presente trabalho, foram encontradas diferenças nos valores de fibra em detergente neutro entre os sistemas de pastejo, sendo que o sistema em monocultivo apresentou valor superior (73,1%) ao sistema silvipastoril (68,7%), de acordo com os dados do capítulo I.

Um aspecto muito importante para um melhor aproveitamento de pastagem refere-se ao conhecimento dos horários de concentração dos parâmetros ingestivos pelos animais (Ribeiro et al., 1999; Farinatti et al., 2004).

Na Tabela 23 são apresentados os resultados levando-se em consideração o período do dia para avaliação do comportamento ingestivo dos animais.

Tabela 23. Efeito do período do dia no número de observações dos parâmetros do comportamento ingestivo, ruminção em pé e ruminção deitado

Época	Período		Média
	Manhã	Tarde	
Ruminção em pé			
Águas	10,8	15,1	12,9 B
Seca	22,7	33,5	28,1 A
Média	16,8 b	24,3 a	-
Ruminção deitado			
Águas	19,5	27,0	23,3
Seca	20,3	28,6	24,5
Média	19,9 b	27,8 a	-

Médias com mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey á nível de 5% de probabilidade.

Os animais, independente do sistema e da época do ano, ruminaram mais em pé (44,6%) e deitado (39,7%), na parte da tarde que da manhã. Os valores dos índices de temperatura e umidade (Tabela 20) variaram durante o dia, sendo que o menor valor médio (74,9) foi registrado às 09:00 horas, sendo que às 15:00 horas registrou-se 76,9, ambos valores abaixo do crítico estabelecido por Azevedo et al. (2005) para animais mestiços $\frac{3}{4}$ HZ. No entanto, às 12:00 horas foi registrado 78,5, ultrapassando o limite crítico (78,0) para animais com esse grau de sangue.

Damasceno et al. (1999) verificaram que há uma preferência dos animais em ruminar deitado, principalmente no período fora das horas mais quentes do dia, enquanto Zanine et al. (2006) encontraram que os maiores tempos de ruminção ocorreram no início e no final da noite.

As diferenças significativas ($p < 0,05$) do presente experimento mostraram que os parâmetros ingestivos pastejo, ruminção e ócio em pé foram maiores na época seca. O pastejo no capim Marandu foi superior no sistema silvipastoril, quando comparado com o capim a pleno sol, enquanto o contrário foi observado para ruminção e ócio em pé. Foi registrada correlação ($r = 0,81$; $p < 0,0078$) entre ruminção em pé e ócio em pé e a ruminção em pé ou deitada foi maior na parte da tarde.

5.6 CONCLUSÕES

O sistema silvipastoril constitui em um eficiente espaço para criação de animais mestiços para produção de leite, fornecendo um ambiente de conforto térmico.

O número de observações no pastejo foi maior no sistema silvipastoril e na época seca, demonstrando a importância da árvore no conforto térmico, enquanto a ruminação e o ócio foram no sistema monocultivo e no período da tarde.

6 CONCLUSÕES GERAIS

A utilização de leguminosas arbóreas, de forma dispersa favorece no rendimento, na qualidade da *B. brizantha* cv. Marandu, no microclima, na densidade e diversidade da fauna edáfica, na ambiência proporcionando maior conforto térmico aos animais mestiços Holandês x Zebu, bem como no comportamento desses animais manejados em regiões de clima tropical.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, S.L.; OKON, Y. & BURRIS, R.H. Effects of Light and Temperature on the Association between *Zea mays* and *Spirillum lipoferum*. **Plant Physiology** (1977) 60, p528-531.
- ALLARD, G.; NELSON, C.J.; PALLARDY, S.G. Shade effects on growth of Tail Fescue: I. Leaf anatomy and dry matter partitioning. **Crop Science**, v.31, p.163-167, 1991.
- ALMEIDA, R.G.; SLAVIK, I.R.; ZAMINHAN, A.M., HASHINOKUTI, T.R. Efeito do sombreamento sobre as características quantitativas e qualitativas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em monocultivo e em consórcio com *Stylosanthes guyanensis* cv. Mineirão. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 43., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, CD-ROM
- ALONZO, Y.M. Potencial of silvopastoral systems for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption; **Thesis (M.Sc.)**- Universidad de Costa Rica, Turrialba: 2000, 81p.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIN, J.F.; CARNEIRO, J.L. da C. Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense*) Benth. em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.574-582, 2002.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIN, J.F.; CARNEIRO, J. da C.; VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.3, p.263-270, 2004.
- AQUINO, A.M de. Fauna do solo e sua inserção na regulação funcional do agroecossistema. In: **Processos biológicos no sistema solo – planta: ferramentas para uma agricultura sustentável** / editores técnicos, Adriana Maria de Aquino, Renato Linhares de Assis, Embrapa – Agrobiologia. – Brasília, DF: Embrapa Informação 368p: il. ISBN 85-7383-304-1. B. 2005.
- ARMSTRONG, D.V., W.T. WELCHERT, F. WIERSMA. Environmental modification for dairy cattle housing in arid climates: **livestock environment**. **American Society of Agricultural Engineers**. 1993, 456-461.
- ARMSTRONG, D.V. Heat stress iteration with shade and cooling; **Journal of Dairy Science**. 1994, 77: 2044-2050
- ASSAD, L.L. Fauna do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M.A.T. **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997, p.363-443.
- AZEVEDO, M. de; PIRES, M. de F.A.; SATURNINO, H.M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO, I.B.M.; MONTEIRO, J.B.N.; MORATO, L.E.. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês x Zebu. **Revista Veter. Brasil. Zootecnia.**, v. 34, n. 6, p 2000-2008, 2005.
- BACCARI Jr., F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicas. In: Simpósio Internacional de Bioclimatologia Animal Nos Trópicos: Pequenos E Grandes Ruminantes, 1986, 1. Fortaleza Anais... Brasília, EMBRAPA – DIE, 1990. p9-17. (EMBRAPA – CNPC. **Documento 7**)
- BACCARI, J.R.F. Adaptação de sistema de manejo na produção de leite em clima quente. In: Silva I J O **Ambiência na produção de leite**. Piracicaba: FEALQ, 1998, p. 24-65

- BAÊTA, F.C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season; **Thesis (PhD)**- University Missouri, Missouri: 1985, 218p
- BALIEIRO, F.C. Nutrientes na água da chuva e na biomassa em monocultivo e consórcio de *Acácia mangium* W., *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden, 99p. **Dissertação Mestrado Ciência do Solo**, Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1999.
- BARBER, S.A. Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach. New York, **Wiley – Interscience**, 1984. 398p.
- BARROS, E.; CURME, P.; HALLAIRE, V.; CHAUVEL, A.; LAVELLE, P. The role of macrofauna in the transformation and reversibility of soil structure of oxisso in the process of forest to pasture conversion. **Geoderma**, 2001, 100:193-213.
- BARROS, E.; NEVES, A.; E. BLANCHART; FERNANDES, E.C.M; WANDELI, E.; LAVELLE, P. Development of the soil macrofauna community under silvipastoral and agrossilvicultural systems in Amazonia. **Pedobiologia**, 2003, 47:273-280.
- BAUER, M.O.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M.; REGAZZI, A.J.; CHICHORRO, J.F. Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa, MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2008, v.37, n.1, p.9-17.
- BEAUCHEMIN, K.A. AND J.G. BUCHANAN-SMITH. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 1989, 72 (9): 2288-2300.
- BEEDE, D.K.: MALLONEE, P.G.; SCHNEIDER, P.L. Potassium nutrition of heat stressed lactating cows; **South African Journal of Animal Science**. 1983, 13 (3): 198-200.
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y; KAIM, M. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yield dairy cows in a subtropical climate; **Journal of Dairy Science**. 1985, 68 (6): 1489-2432
- BLACKSHAW, J.K. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Aust.J.Exptl.Agric.**, 34(2):285. 1994a.
- BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review; **Australian Journal of Experimental Agriculture**. 1994b, 34: 285-295
- BLANCHART, E.; ALBRECHT, A.; CHEVALLIER, T. & HARTMAN, C. 2004. The respective roles of roots and earthworms in restoring physical properties of Vertisol under a *Digitaria decumbens* pasture (Martinique), W.I.). Agriculture, **Ecosystems & Environment**, Amsterdam, 103:343-355.
- BUFFINGTON, D.E.; COLIAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D., THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe humidity index as a confort equation for dairy cows; **American Society of Agricultural Engineers**. 1981, 24 (3): 711-714
- CANTARUTTI, R.B. **Dinâmica de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultivo e consorciada com *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela no Sul da Bahia**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 83p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

- CARDOSO, R.M. **Conforto animal em pastejo**. In: Simpósio sobre o manejo da pastagem-Produção de bovinos a pasto: **anais....**Ed. PEIXOTO, MOURA, J.C. de.; FARIA, V.P. de. Piracicaba- SP, FEALQ, 1997, 352p.
- CARNEIRO, J.C., (Ed.). **Sistemas Florestais Agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: **FAO**, 2001.
- CARVALHO, C.A.B. de; SILVA, S.C. da; SBRISSIA, A.F. Demografia de perfilhos e taxa de acúmulo de matéria seca em capim “tifton 85” sob pastejo. **Scientia Agrícola**, v.57, n. 4, p591-600, 2000.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ALMEIDA, D.S.; VILLAÇA, H.A. Efeitos de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral de forragem em pastagem de braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.5, p.707-718, 1994.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicais**, v.17, n.1, p.24-30, 1995.
- CARVALHO, M.M. Efeito do sombreamento na produtividade e na qualidade da forragem em pastagens. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia , 2., Goiânia: **Sociedade Brasileira de Biometeorologia**, 1998. p. 99-117.
- CARVALHO, M.M. Arborização de pastagens cultivadas. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 37P. (EMBRAPA-CNPGL, **Documentos**, 64).
- CARVALHO, M.M. Importância da sombra natural em pastagens cultivadas. **Instrução Técnica para o produtor de leite**. ISSN n. 1518-3254. Embrapa-CNPGL, 2p. Juiz de Fora – MG, 2001.
- CARVALHO, M.M.; XAVIER, D.F.; ALVIM, M.J. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação e sustentabilidade de pastagens cultivadas. In: **Sistemas Agroflorestais Pecuários: Opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Embrapa-Gado de Leite. p 189-204. Juiz de Fora, 2001.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V. de P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.717-722, 2002.
- CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. & FREITAS, V. de P. Efeito do Sombreamento na Composição mineral de Gramíneas Forrageiras Tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(6S): 1959 – 1968, 2001.
- CHATURVEDI, O. P.; DAS, D. K. Effect of bund trees on soil fertility and yield of crops. **Range Managment. Agroforestry**, v.23, n.2, p.90-94, 2002.
- CORREIA, M.E.F. Fauna do solo, microrganismos e matéria orgânica como componentes da qualidade do solo em sistemas de pastejo rotacionado. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de. – **Fundamentos do pastejo rotacionado**. 1999, FEALQ, Piracicaba-SP, 327p.
- CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; Camargo, f.a. DE. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: **Gênesis**, 1999. p.209-214.

- CORREIA, M.E.F. & OLIVEIRA, L.C.M. de. Importância da Fauna do solo para a ciclagem de nutrientes. In: **Processos biológicos no sistema solo** – planta: ferramentas para uma agricultura sustentável / editores técnicos, Adriana Maria de Aquino, Renato Linhares de Assis, Embrapa – Agrobiologia. – Brasília, DF: Embrapa Informação 368p.:il. ISBN 85-7383-304-1.b. 2000.
- COSSALTER, C. Introducing Australian acacias in dry Tropical Africa. In: Turnbull JW (éd) Australian acacias in developing countries, Camberra: **ACIAR**. P118-122, 1987.
- COSTA, G.S.; FRANCO, A.F.; DAMASCENO, R.N. & FARIA, S.M. Aporte de Nutrientes pela Serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:919-927, 2004.
- CRAMPTON, E. W.; DONEFER, E.; LOYDE, L. E. A nutritive value index for forage. **Journal Animal Science**, v.19, n.2, p.538-544, 1960.
- CUNHA, D.N.F.; CAMPOS, O.F.; PIRES, J.C.M.F.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; MARTI, J. A 2007 Desempenho, variáveis fisiológicas e comportamento de bezerros mantidos em diferentes instalações: época seca; **Revista Brasileira de Zootecnia**. 36 (4): 1-10.
- DACARETH, M. & BLUDENSTEIN, J. La influencia de arboles leguminosas sobre el forage que crece bajo ellas. **Turrialba**, 8 (4): 405-408, 1968.
- DAMASCENO, J.C., JUNIOR, F.B.; TARGA, L.A. 1999. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 34: 709-715.
- DAMASCENO, J.C.; BACCARI JR., F.; TARGA, L.A. 1998 Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada; **Revista Brasileira de Zootecnia**. 27 (3): 595-602.
- DANIEL, O.; PASSOS, C.A.M.; COUTO, L. **Sistemas Agroflorestais (silvipastoris e agrossilvipastoris) na Região Centro-oeste do Brasil**: potencialidades, estado atual da pesquisa e da adoção de tecnologia. P 153-164. IN: CARVALHO, M.M.; ALVIN, M.J.; DA SILVA & NASCIMENTO Jr. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: PEREIRA, O.P., OBEID, J.A., NASCIMENTO Jr., FONSECA, D.M., (Eds.). Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, III, Viçosa, 2006. **Anais...Viçosa: UFV**, 2006, p1-42, 430p.
- DAUNGER, J.; PURTAUF, T.; ALLSPACH, A.; FRISH, J.; VOIGTLÄNDER, K.; WOLTERS, V. 2005. Local vs Landscape controls on diversity: a test using surface-dwelling soil macro invertebrates of differing mobility. **Global Ecology and Biogeography**, 14:213-221.
- DIAS, P.F.; SOUTO, S.M. 2006 Análise de fatores aplicada na avaliação da influência de leguminosas arbóreas, nas características químicas de solo sob pastagem; **Revista Universidade Rural**. 26 91): 24-32.
- DIAS, P.F.; Importância da arborização de pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio. 2005. 128p.**Tese (Doutorado)**- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S.; MOREIRA, J.F.; POLIDORO, J.C.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. 2006 Influência da projeção da copa de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo; **Pasturas Tropicales**.20 (2): 8-17.

- DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S; URQUIAGA, S.; ROCHA, G.P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A.A. 2007a Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio; **Revista Ciência Rural**. 37 (2): 352-356.
- DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; CORREIA, M.E.F.; RODRIGUES, K.M.; FRANCO, A.A. Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Revista **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 37(1): 38-44, mar 2007b.
- DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; CORREIA, M.E.F.; ROCHA, G.P.; MOREIRA, J.F.; RODRIGUES, K de M. & FRANCO, A.A. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de *Digitaria*. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.41, n.6, p.1015-1021. 2006.
- DOMINGUES, I.; DUHOUX, E.; DIEM, HOANG G. Les arbres fixateurs d'azote. Caractéristiques fondamentales et rôle dans l'aménagement des écosystèmes méditerranéens et tropicaux. Montpellier: CIRAD, Editions Espaces, FAO, IRD, 1999. 502p.
- DURR, P.A.; RANGEL, J. 2002 Enhanced forage production under *Samanea saman* in a subhumid tropical grassland; **Agroforestry**. 54: 99-122.
- ENDLWEBER, K. & SCHEU, S. Effects of collembola on root properties of two competing ruderal plant species. **Soil Biology and Biochemistry**, 38 (2006), p2025-2031.
- EPSTEIN, E. Nutrição mineral de plantas – princípios e perspectivas. Trad. Euripedes Malavolta. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos; São Paulo, Universidade de São Paulo. 1975. 341p.
- ERICKSEN, F. I.; WHITNEY, A. S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I: Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, v.73, n.3, p.427-433, 1981.
- ESMAY, M.L. 1979 Principles of animal environment. West Port: Avi Publishing. 325p.
- EUCLYDES, R.F. Manual de utilização do programa SAEG (**Sistema para análise estatísticas e genéticas**). Viçosa, MG: UFV, 1983. 59p.
- FARINATTI, L.H.; POLI, C.H.A.C.; MONKS, P.L.; FISCHER, V.; CELLA, J.R.A.; VARELA, M.; GABANA, G.; SONEGO, E.; CAMPOS, F.S. 2004. Comportamento ingestivo de vacas holandesas em sistemas de produção de leite a pasto na região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.
- FERNANDES, F.E.P.; CARVALHO, G.G.P. de; PIRES, A.J.V. Sistemas agrossilvipastoris e o aumento da densidade de nutrientes para bovinos em pastejo. **Revista Eletrônica de veterinária**. Vol. VII, n o. 10, 2006. ISSN 1695-7504.
- FERRARO, F.; MORAES, A.; PELKLWEGRINE, L. G.; ARAUJO, C; BONA FILHO, A.; ENGELHARDT, D. V.; FAURO, D. 2006. Desenvolvimento de oito gramíneas de verão sob diferentes graus de sombreamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.
- FERREIRA, D.F. 2000 **Análises estatísticas por meio do SISVAR** (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4.0. In: 45ª Reunião anual Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, p.255-258.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar, versão 4.6**. 2003 DEX/UFLA. 2003. Disponível em <http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>.

- FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, P.M.; FACURY, A.; FILHO, E.J.; CAMPOS, W.E. 2006 Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico; **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 58 (5): 1-9.
- FERREIRA, R. 1993 Comparação de vários materiais de cobertura através dos índices de conforto térmico; **Dissertação (Mestrado)**- Faculdade de Agronomia de Ituverava Doutor Francisco Maeda, Ituverava: 49p.
- FISCHER, V.; MORENO, C.B.; GOMES, F.J. 2002. Comportamento ingestivo diurno de novilhas jersey suplementadas com farelo de milho em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., 2002, Recife. **Anais...Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.**
- FORTES, J.L.O. Reabilitação de depósitos de rejeito do refino de Bauxita com uso de resíduos industriais e leguminosas arbóreas. 2000. 185p. **Tese (Doutorado em Ciência do solo)**, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C.; DIAS, L.E.; FARIA, S.M. (1996). Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará. **Comunicado Técnico N° 27**, 69 p. Embrapa-CNPAB, RJ.
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.; DIAS, L.E.; FARIA, S.M. de. Use of nodulated and micorhizal legume trees of revegetation of residues from bauxite mining. In: Internationalsimposium on sustainable agriculture for the tropics – the role of biological nitrogen fixation, 1995, Angra dos Reis. Abstracts... Rio de Janeiro: Embrapa-CNPAB; UFRRJ; **The Brazilian Academy of Sciences**, 1995. p. 80-81.
- FRANKE, I.L.; FURTADO, S.C. Sistemas silvipastoris: Fundamentos e aplicabilidade. **Documento**, nº 74, Rio Branco: Embrapa – Acre, 51p.2001.
- FREITAS, A.F.; LEMOS, A.; WILCOX, C. 1995 Crossbreeding zebu and european cattle in Brazil. In: International Conference on Livestock in the Tropics, Gainesville. **Proceedings...Gainesville: University of Florida**, p.124-130.
- FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES 2005 Sistema para análises estatísticas: **SAEG 9.0**. Viçosa: UFV, 301p.
- FUQUAY, J.W. Heat stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science**. V. 52, p.164-182, 1981.
- GARCIA, R.; COUTO, L. Silvipastoral systems: emergent technology of sustainability. In: Gomide, J.A. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa-MG. **Anais... Viçosa: Dpto. Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa**, 1997. p281-302.
- GASSEN, D.N. Os insetos e a fertilidade dos solos. In: CURSO SOBRE ASPÉCTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO SOB PLANTIO DIRETO, 1999, Cruz Alta, **Resumos e palestras... Cruz Alta: Aldeia Norte**, 1999. p.70-89.
- GIRACCA, E.M.N.; ANTONIOLLI, Z.I.; ELTZ, F.L.F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S.F.; VENTURINI, E.F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudos – RS. **Revista Brasileira Agrociência**, v.9, n. 3, p.257-261, 2003.

- GOTTINGEN, A. P.; ZIMMERMANN, M. H. **Encyclopedia of plant physiology**. 1989. v.6, 500p.
- HATFIELD, R.D.; RALPH, J.; GRABBER, J.H. Cell wall structural foundations: molecular basis for improving forage digestibilities. **Crop Science**, v.39, p.27-37, 1999.
- JACQUES, A.V.A.. A queima das pastagens naturais – efeitos sobre o solo e a vegetação. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.1, p177-181. 2003.
- JARDEVESKI, R. & PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Minhocas em uma pastagem arborizada na Região Noroeste do Estado do Paraná – Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo – PR. N° 51, p17-31. 2005.
- JOHNSON, H. 1980 Environmental management of cattle to minimize the stress of climate change; **International Journal of Biometereology**. 24: 65-78.
- JUNG, H.G.; DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. (Ed.). Forage cell wall structure and digestibility. Madison: **America Society of Agronomy, Crop Science Society of America**, 1993. p.315-346.
- KARLIN, U.O.; AYERSA, R. O programa da algaroba na República Argentina. Principales limitaciones e estratégias de promoción. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1; Natal, RN, 1982. **Anais ... Natal**, 1982. p146-197..
- KAWABATA, C.Y.; CASTRO, R.C.; SAVASTANO JUNIOR, H. 2005 Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas; **Engenharia Agrícola**. 25 (3): 598-607.
- KELLY, C.F.; BOND, T.E. 1971 Bioclimatic factors and their measurement. In: National Academy of Sciences. **A guide to environmental research on animals**. Washington: IAS, 76p
- KEPHART, K.D.; BUXTON, M.J.; NJOKA, T.J. Forage quality responses of C3 and C4 perennial to shade. **Crop Science**, v.33, n.4, p.831-837, 1993.
- KRYSL, L.J AND HESS, B.W. 1993. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**. 71 (9): 2546-2555.
- LAMBERT M G, E CLARK H 2005 A system approach to managing greenhouse gases on New Zealand sheep and beef farms. In: 20th International Grassland Congress, Dublin. **Proceedings...Dublin: IGC**, 975p.
- LAMELA, L.; CASTILLO, E.; IGLESIAS, J .; PEREZ, A. Principales avances de la intrioduccion de los sistemas silvopastoriles en las condiciones de produccion en Cuba. **Pastos y Forrajes**, v.28, n.1, p.47-58, 2005.
- LANGER, R.H.M. How grasses grow. London. 1979. 60p. (**Studies in Biology**, 34).
- LARCHER, W. A influência do ambiente sobre o crescimento e sobre o desenvolvimento. **Ecofisiologia vegetal**. (2004). São Carlos. ISBN: 85-86553-03-8.
- LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem functional. **Biology international**. 33, 3-16, 1996.
- LEITÃO-LIMA, P. da S. & TEIXEIRA, L.B. Macrofauna do Solo em Capoeiras Natural e Enriquecidas com Leguminosas Arbóreas. **Comunicado Técnico** n. 62. ISSN 1517-2244. Belém-PA, 2002.

- LEMAIRE, G. & CHAMPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J.; Illius, A.W. (Eds.) *The ecology and management of grazing systems*. Gmilford: **CAB International**, 1996. p3-36.
- LEME T M S P, PIRES M F A, VERNEQUE R S, ALVIM M J, AROEIRA L J M 2005 Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril; **Ciência Agrotecnológica**. 29 (3): 668-675.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Ed. **Plantarum**, 1998, v.2.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, 2003. 384p.
- MADALENA, F.E. Crossbreeding strategies for dairy cattle in Brazil; **World Animal Review**. 1981, 38: 23-30.
- MAGALHÃES, A.V.N. Fotossíntese. In: M.G., Ferrari Ed). **Fisiologia Vegetal**. 1. Editora pedagógica e Universitária Ltda. São Paulo, SP, 1979, p. 117-163.
- MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A. da S.; OLIVEIRA, T.S. de; MENDONÇA, E. de S.; ARAÚJO FILHO, J.A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no Semi-Árido Cearense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, 2006, v. 30, n. 5, p837-848..
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MARCHETO, F.G., NAAS I A, SALGADOD D, SOUZA S R L 2002 Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadasa em sistema de free-stall; **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. 39 (6): 1-6.
- MARTINEZ, M.L.; VERNEQUE, R.S. Programa nacional de melhoramento genético; **Balde Branco**. 2001 (439): 1-3.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K. et al... Tiller dynamics of grazed swards. In Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A.; Carvalho, P.C. de F.; Nabinger, C. (Eds.) *Grassland ecophysiology and Grazing Ecology*, **CAB International**, Wallingford, Uk, 2002. p127-150. 2000.
- MELADO, J. Pastagens ecológicas: O habitat natural do bovino orgânico. I Conferência virtual global sobre produção orgânica de bovinos de corte. Acesso??? 02 de setembro a 15 de outubro de 2002. **Via Internet**. 14p. Embrapa. www.fazenda.ecologica.com.br.
- MEURER, G.J. XI – POTÁSSIO . In : **Nutrição Mineral de Plantas**, 432p. Editor. FERNANDES, M.S. 2006.
- MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. Londres: **Academic Press**, 1990. 483p.
- MOÇO, M.K. da S.; GAMA-RODRIGUES, E.F. da; GAMA-RODRIGUES, A.C. da & CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na Região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:555-564. 2005. Viçosa -MG.

MORAES, S. A.; LIMA, D.P.; MOREIRA, G.R.; SILVA, J.J.; MAURÍCIO, R.M.; GARCIA, P.A.; BAGNI, A.S.; SALIBA, E.O.S.; FRANÇA, M.G.C. Influência do sombreamento artificial sobre a composição da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Panicum maximum* cv. Colônia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

MOTA, F.S. **Climatologia zootécnica**. Pelotas: Edição do autor, 2001, 104p.

MOURA, J.C. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro. Piracicaba: FEALQ, 1996, 270p.

NÄÄS, I.A.; ARCARO, J.R.I. Influência da ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor; **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2001, 5 (1): 1-7.

NÄÄS, I.A.; SEVEGNANI, K.B; MARCHETO, F.G.; ESPELHO, J.C.C.; MENEGASSI, V.; SILVA, I.J.O. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betume, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida; **Engenharia Agrícola**. 2001, 21 (2): 121-126.

NABINGER, C. Princípio da exploração intensiva de pastagens. In: **Simpósio Sobre Manejo da Pastagem**, 14., Piracicaba: FEALQ, 1997. p213-272.

NRC (National Research Council). Nutrient requirements of dairy cattle). 7th ed. **Washington: National academy Press**, 2001. 336p.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1998. p.203-242.

ODUM, E.P. **Ecologia**. 1983, 434p.

OLIVEIRA, T.K. de; FURTADO, F.C.; ANDRADE, C.M.S. de; FRANKE, I.L. Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris. EMBRAPA ACRE – Rio Branco – AC. 2003. 28p (EMBRAPA – ACRE. **Documento**, 84) il. ISSN 0104 – 9046.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B. de; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.P. Morfologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2007, v.42, n.4, p.573-579.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S.; SILVA, E.A.M. da. Composição química e digestibilidade *in vitro* de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2001, v.30, n.3, p.964-974.

PACIULLO, D.S.C.; MORENZ, M.J.F.; CARVALHO, C.A.B.; LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M.; COSTA, F.J.N.; RODRIGUES, G.S.; MOTTA, A.C.S. Valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* em condições de sombreamento por árvores ou a pleno sol. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Termorregulação e comportamento alimentar e postural em ovinos: diferença individual e variação estacional. **Tese de Doutorado**, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto. USP, Ribeirão Preto-SP. 1995, 138p.

- PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; MORENO, C.B.; FERREIRA, E.X.; VINHAS, R.I.; MONKS, P.L. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2003, 32: 1408-1418.
- PERISSINOTO, M.; MOURA, D.J.; SILVA, I.J.O; MATARAZZO, S.V. Influência do ambiente no consumo de água de bebida de vacas leiteiras; **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2005, 9 (2): 1-10.
- PIRES, M.F.A.; VILELA, D.; VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L. Reflexos do estresse térmico no comportamento de vacas em lactação. In: Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: SBA**, 1998. p.68-99.
- PONGE, J.F.; GILLET, S.; DUBS, F.; FEDOROFF, G.; HAESE, L.; SOUSA, J.P.; LAVELLE, P. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. **Soil Biology and Biochemistry**, 35 (2003), p 813-826.
- POSSA, K. Aspectos do comportamento de bovinos da raça Aberdeen-Angus, Nelores e seus mestiços em pastagens tropicais. **Monografia de Graduação**, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal-SP, 1989, 50p.
- RAMOS, P.P.; CASTRO, A.F.; CAMARGO, N.M. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 1993, v. 8, p.1-27.
- RAUCH, C. & BUCHER, M. Molecular mechanisms of phosphate transport in plants. **Planta**, 2002, 216:23-37.
- REIS, G. L.; LANA, A. M. G.; MAURÍCIO, R. M.; MOREIRA, G. R.; QUINZEIRO NETO, T.; SOUSA, L. F.; MACHADO, R. M.; SALUIBA, E. S.; MENDES, E. D. H. Influência de um sistema silvipastoril sob parâmetros da forrageira de Cerrado. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...João Pessoa: SBZ**, 2006. CD-ROM.
- RESSEL, K.; GUILHERME, F.A.G.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P.E. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasil Botânica**. 2004, v.27, n o. 2, p311-323.
- REYS, J.; VIDAL, I.; FONTE, D. The use of natural shade on the productive performance of star grass (*Cynodon nlemfuensis*) submitted to high grazing intensities. **Cuban Journal Agricultural Science**, , 1999, v.32, n.4, p.329-334.
- RHOADES, C.C. Single-tree Influencis on soil properties in agroforestry: lessons from natural forest and savanna ecosystems. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, 1997, v.35, p. 71-94,.
- RIBASKI, J. Influence of algaroba (*Prosopis juliflora*) on the availability and quality forage of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) in the semi-arid region of Brazil; **Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Paraná**, Curitiba: 2000, 165p.
- RIBEIRO, H.M.N., E.X. Almeida, O.E.L. Harthmann, G.E. Maraschin. Tempo e ciclos diários de pastejo de bovinos submetidos a diferentes ofertas de forragem de capim-elefante anão.In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 34., 1999, Juiz de Fora. **Anais...Juiz de Fora: SBZ**, 1999.

- ROSSI, J.P.; MATHIEU, J.; COOPER, M. AND GRIMALDI, M. Soil macrofaun biodiversity in Amazonian pastures: Matching sampling with patterns. **Soil Biology and Biochemistre**, 38(2006) pp2178-2187.
- ROVIRA, J. Manejo nutritivo de los rodeos de cria en pastoreo. Mondevideo; Ed. **Hemisferio Sur**, 1996, 288p.
- SAMARAKOON, S. P.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, 1990, v.114, p.161-169.
- SAMPAIO, C.A.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A.; BOFF, C.E.; OLIVEIRA, M.A. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando índices de conforto térmico para condições tropicais; **Ciência Rural**, 2004, 34 (3): 785-790.
- SAVEGNANI, K.B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I.J.O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico; **Science Agrícola**. 1994, 51 (1): 1-7.
- SCHNEIDER, P.L.; BEEDE, D.K.; WILCOX, C.J. Nycterohemeral patterns of acid-base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress environments; **Journal of Animal Science**. 1988, 66: 112-125.
- SETZ, E.Z.F. Métodos de qualificação de comportamento de primatas em estudos de campo. **A Primatologia no Brasil**, {S.1}, 1991, v. 3, p 411 – 435.
- SHULTZ, T.A. Weather and shade effects on cow corral activities. **Journal of Dairy Science**. 1983, 67: 868-873.
- SILVA, I.J.O.; GHELFI FILHO, K.; CONSIGLERO, F.R. Materiais de cobertura para instalações animais; **Engenharia Rural**. 1990, 1 (1): 51-60.
- SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes / EMBRAPA-Solos, **Embrapa Informática Agropecuária** – Brasília; 1999. 83p.
- SILVA, I.J.O.; PANDORTH, H.; ACARARO, J.R.A. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas; **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2002, 31 (5) 2036-2042.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel. 2000, 286p.
- SLEUTJES, M.A.; LIZIEIRE, R.S. Conforto térmico do gado leiteiro. 1º Seminário Internacional de Construções Rurais, Campinas. **Anais...Campinas: UNICAMP**, 1991, 10p
- SOARES, T.V.; FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, E.R.; MAGALHÃES, M.R.F.; MATOS, T.R.A.; SOUSA, V.R.; RIBEIRO, D.S.; DEUS, F.E.G. Composição química do capim Tanzânia com doses crescentes de nitrogênio em duas alturas de corte. . In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.
- SOUTO, S.M. Variação estacional da fixação de N₂ e desnitrificação em gramíneas forrageiras tropicais. 1982. 268p. **Tese (Doutorado)**- Universidade Federal Rural do rio de Janeiro, Itaguaí.
- SOUTO, S.M.; DÖBEREINER, J. Variação estacional da fixação de N₂ e assimilação de nitrato em gramíneas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 1985, v.20, p.319-334.

- SOUZA, C. de F.; TINÔCO, I. de F.F.; BAÊTA, F. da C.; FERREIRA, W.P.M. & SILVA, R.S. da. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo negro. **Ciência Agrotécnica**, 2002, v.26, n.1, p157-164, Lavras – MG..
- STEWART, J.L.; DUNSDON, A.J.; HELLIN, J.J.; HUGUES, C.E. Wood biomass estimation of Central America dry zone species. Oxford: Oxford Forest Institute, 1992. 83p. **Tropical Forestry Paper**, (26).
- THOM, E.C. Cooling degress: day air-conditioning, heating and ventilating. **Transaction of the american Society of Heating**. 1958, 55 (7): 65-72.
- TILLEY, J.M.; TERRY, R. A. Two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**. 1963, 18: 104-111.
- TOMÉ Jr., J.B. Manual para interpretação de análise de solo. Agropecuária, 1997, 247p.
- TRASAR-CEPEDA, C.; GIL-SOTRES, F.; LEIRÓS, M.C. Thermodynamic parameters of enzymes in grassland soils from Galicea, NW Spain. **Soil Biology and Biochemistry**. 39 (2007), p311-319.
- TURCO, S.H.N. Modificações das condições ambientais de verão, em maternidade de suínos; **Dissertação (Mestrado)**- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: 1983, 58p.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação dos alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. **Anais....** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal. **Journal Dairy Science**. 1991, v.74, p.3583-3597.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. & LEWIS, B.A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal. In: Symposium: Carbohydrate, Metabolism and Nutritional Implications in Dairy Cattle. **J. Dairy Cattle. J. Dairy Sci**. 1991, 74:000-000.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Cornell: **Cornell University Press**, 1994. 476p.
- VEETAS, R.O. Microsite effects of trees and shrubs in dry savannas; **Journal Vegetarian Science**. 1992, 3: 337-344.
- VEIGA, J.B. da. & SERRÃO, E.A.S. Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos: A experiência da Amazônia Brasileira. 495-531. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de.; FARIA, V.P. de. **Pastagens - Fundamentos da Exploração Racional**. 2 ed. Piracicaba-SP. FEALQ, 1994.908p.
- VELASCO, J.A.; CAMARGO, J.C.; ANDRADE, H.J.; e IBRAHIM, M. Mejoramiento del suelo por *Acácia mangium* em um sistema silvopastoril com *Brachiaria humidicola*. Em: Seminário Internacional sobre Sistemas Agropecuários Sostenibles. 6. **Cali. Memórias. Centro de Investigación em Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuária (CIPAV)**. 1999, CD ROM.
- VILLA NOVA, N.A.; TONATO, F.; PEDREIRA, C.G.S.; de MEDEIROS, H.R. Método alternativo para cálculo da temperatura base de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, 2007, v. 37, n. 2, p545-549.

VITTI, G.C.; CICARONE, F. XII – Cálcio, Magnésio e Enxofre. P200. In: Nutrição Mineral de Plantas/ Editor Fernandes, M.S. Viçosa-MG. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006, 432p.

WARDLE, D.A.; YEATES, G.W.; BARKER, G.M. & BONNERK.I. The influence of plant litter diversity on decomposer abundance and diversity. **Soil Biology and Biochemistry**. 2006, v.38, p1052-1062.

WELCH, J.C. AND A.M. SMITH. Forage quality and rumination time in cattle. **Journal Dairy Science**. 1970, 53 (6): 797-800.

WERNECK, C.L. Comportamento alimentar e consumo de vacas em lactação (Holandês-Zebu) em pastagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG. 2001, 58p.

WONG, C.C.; WILSON, J.R. The effect of shade on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. **Australian Journal of Agricultural Research**, 1980, v.31, p.269-285.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D. de J. Tempo de pastejo, ócio, ruminação e taxa de bocado de bovinos em pastagens de diferentes estruturas morfológicas. **Revista Eletrônica de Veterinária – REDVET**. 2006, vol. VII, n. 1.

ZOA-MBOE, A.; HEAD, H.H.; BACHMAN, K.C.; BACCARI Jr.,F; WILCOX, C.J. Effects of bovine cows somatotropin on milk yield composition, dry matter intake, and some physiological functions of Holstein cows during heat stress; **Journal of Dairy science**. 1989, 72: 907-916.